

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 5(93) (жовтень), 2021
Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 1 від 28 серпня 2021 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун О. А., Дігтяр С. В.** Дослідження мікроцистинів як інгібиторів розвитку *Phytophthora infestans*
- 2. Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.** Використання домішок для підвищення врожайності насіння харчового призначення
- 3. Лупаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макарчук М. Ю.** Вплив тестостерону на жовчнокислотний і ліпідний склад жовчі щурів
- 4. Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М., Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.** ГМ-лінії зернових культур дозволені до використання в Європейському Союзі
- 5. Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.** Цитогенетична мінливість у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) за дії гамма-променів

Агрономія

- 6. Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.** Стан гумусу та поживний режим чорнозему вилугуваного залежно від удобрення буряків цукрових
- 7. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І.** Зміни агрофізичних властивостей чорнозему типового під впливом застосування добрив і обробітку ґрунту
- 8. Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.** Ефективність використання стимуляторів і регуляторів росту під час вирощування біомаси міскантусу в умовах лівобережного лісостепу України

Тваринництво. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 9. Мітіюгло І. Д.** Поліморфізм гена капа-казеїну у корів різних порід молочного напрямку продуктивності

10.Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

Активність системи антиоксидантного захисту організму коропа за впливу стресових чинників та використання в годівлі розторопші плямистої

11.Сироватка Н. Ю. Рибницько-біологічні та фізіологічні показники товарних дволіток коропа за згодовування в складі основного раціону голозерного вівса

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

12.Шуляк С. В., Мягка К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю. Валідація методу визначення свинцю, кадмію, арсену у м'ясі та м'ясопродуктах атомно-абсорбційною спектрометрією з електротермічною атомізацією

Лісове і садово-паркове господарство

13.Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. Асортимент та стан квітникових насаджень Соборного району м. Дніпро

14.Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О. Використання технологій IoT для екологічного моніторингу міста

Техніка та енергетика АПК

15.Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., Торчилевський Д. П., Єременко Т. Л. Перспективна технологія промислового виробництва водню

Biology, biotechnology, ecology

1. **Nykyforov V., Novokhatko O., Maznitska O., Sakun O., Digtar S.** Research of microcystins as inhibitors of phytophthora infestans development
2. **Krychkovska L., Bobro M., Lysak P., Gritsayenko Y.** Use of impurities to increase yield of seeds for food purposes
3. **Lupaina I., Liashevych A., Reshetnik Y., Veselsky S., Makarchuk M.** The effect of testosterone on the bile acid and bile lipid composition in rats
4. **Tkachenko T., Tsedyk V., Kornienko V., Ischenko V., Tkachenko V., Shynkarenko L., Ishchenko Ya., Ischenko L.** Analysis of gm crops allowed for using in the european union
5. **Izboldin O., Lykholat T.** Cytogenetic variability of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under gamma-rays action

Agronomy

6. **Ivanina V., Shapovalenko R.** Humus condition and nutrients regime of leached chernozem depending on sugar beet fertilization
7. **Tsyuk A., Tsentilo L., Melnik V.** Changes in agrophysical properties of typical type of black type under the influence of fertilizer application and soil treatment
8. **Katelevskiy V., Humentyk M., Bondar V.** Efficiency of growth-promoting and regulating agents in cultivation of miscanthus biomass in the conditions of the left-bank forest steppe of Ukraine

Animal science. Technology of production and processing of livestock products

9. **Mitioglo I.** Capa-casein gene polymorphism in cows of different breeds of dairy productivity
10. **Hrytsyniak I., Deren O., Korilyak M., Palamarchuk R.** Activity of the antioxidant defense system of the carp organism under the influence of stress factors and the use of milk thistle in feeding
11. **Syrovatka N.** Pisciculture, biological and physiological indicators of age-1+ carp while adding naked oats into main feeding

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

12. **Shulyak S., Myagka K., Tkachuk S., Gaiduy O., Mezhenskaya N., Bardik I.** Validation of the method for determination of lead, cadmium, arsene in meat and meat products atomic-absorption spectrometry with electrothermal atom

Forestry and ornamental plants

- 13.Ponomaryova O., Mylnikova O., Linnik A.** Assortment and condition of flower beds at the Soborniy district of Dnipro city
- 14.Bahatska O., Pasichnyk N., Opryshko O.** Technologies for environmental monitoring of the city

Engineering

- 15.Sirko Z., Protasov O., Korenda V., Vishnyakov I., Okhrimenko S., Torchilevskyi D., Eremenko T.** Compliance of fire-protective cellulose-containing materials with environmental safety

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЦИСТИНІВ ЯК ІНГІБІТОРІВ РОЗВИТКУ

*PHYTOPHTHORA INFESTANS***В. В. НИКИФОРОВ**, доктор біологічних наук, професор**О. В. НОВОХАТЬКО**, кандидат хімічних наук, доцент**О. В. МАЗНИЦЬКА**, кандидат технічних наук, доцент**О. А. САКУН**, кандидат технічних наук**С. В. ДІГТЯР**, кандидат технічних наук**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського**

E-mail: v-nik@kdu.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.001>

Анотація: Представлено інформацію з іноземних літературних джерел щодо мікроцистинів синьо-зелених водоростей. Висвітлено сучасний стан проблематики «цвітіння» водойм та значення цього явища для людини. Дослідження проведено за двома етапами: лабораторним і натурним. Виділено чисту культуру *Phytophthora infestans*, на якій проводились подальші дослідження. Виділення ізолятів здійснено на агаризованому поживному середовищі. Із доступних антисептиків було обрано перманганат калію й етанол. Натурні дослідження проведено на експериментальних лініях *Solanum lycopersicum* шляхом діагностики ознак захворювання на фітофтороз. Визначення потенційного негативного впливу оброблених суспензією ціанобактерій рослин томату виконано методом біотестування з використанням як тест-об'єкт *Achatina fulica*.

Описано вплив токсинів синьо-зелених водоростей – мікроцистинів на колонії *Ph. infestans in vitro*. Представлено фотометричне спостереження за зменшенням кількості колоній із проміжком часу в три доби. Установлено фітофторостатичний ефект мікроцистинів. Зафіксовано деградацію ізолятів *Ph. infestans* на наступний день після обробки колонії суспензією ціанобактерій. Виявлено інгібуючий ефект, майже до повного зникнення симптомів у рослин, що були частково уражені фітофторозом та вирощувались *in vivo*. Визначено, що оброблені мікроцистином рослини можна вважати безпечними для подальшого споживання, загибель модельних організмів не зареєстровано.

Ключові слова: мікроцистин, токсичність, інгібітори, фітофтора, *in vitro*, біотестування, тест-об'єкт, *in vivo*, біобезпека

Вступ. Найпоширенішими та одними з небезпечних є захворювання, що індукуються фітопатогенними грибами. На їх частку припадає понад 80 % хвороб рослин. До представників роду

Phytophthora приділяється значна увага, що пов'язано з великою кількістю руйнівних хвороб, які вони спричиняють у різноманітних сільськогосподарських культур. Представники цього роду, зокрема

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

Phytophthora infestans, спричинюють фітофтороз, у більшій мірі, родини *Solanaceae* [1]. Тому пропозиції вирішення цього питання є актуальними, особливо якщо вони сприятимуть зменшенню хімізації галузі.

Водночас широкою проблемою сьогодення є «цвітіння» води Дніпровського каскаду. Синьо-зелені водорості мають схильність до швидкого вивільнення токсинів у оточуючі води. Є велика кількість публікацій серед зарубіжних науковців стосовно хімічної структури, токсичності, токсикокінетики і токсикодинаміки мікроцистинів [2]. Також у літературі присутні дані про біоаккумуляцію мікроцистинів в організмах тварин і рослин, які у свою чергу люди використовують як харчові джерела [3, 4].

Отже під час використання мікоцистинів, як біотехнологічного препарату у боротьбі з фітомікозами вирішується комплексна проблема: утилізація водоростей, покращення стану водних екосистем та відповідно їх біорізноманіття, профілактика та боротьба з мікозами на прикладі фітофторозу рослин родини *Solanaceae* не шкідливими біологічними препаратами.

Мікроцистини (МЦ) – одні з найвідоміших і широко поширених ціанотоксинів у прісних водах, їх основними продуцентами є ціанобактерії родів *Anabaena*,

Microcystis, *Planktothrix*, які спричиняють токсичне «цвітіння» води у всьому світі. МЦ розчиняються у воді. Вони залишаються стабільними у водоймах до 7 діб, тривалий час стабільні у фільтрованій або деіонізованій воді. МЦ стійкі до хімічного гідролізу або окислення за рН, близьких до нейтральних. Під час кип'ятіння вони не руйнуються упродовж декількох годин. За високої температури і екстремально високих або низьких рН унаслідок гідролізу за 10 тижнів деградує більше 90 % МС. Вони окислюються озоном та іншими сильними окислювачами, дуже стабільні за дії сонячного світла.

За даними міжнародної гідрогеологічної програми UNESCO «CYANONET», «цвітіння» ціанобактерій і поява токсинів виявлено у водоймах і водотоках 65 країн світу. У країнах із холодним кліматом МЦ-продуценти мешкають у 91 % озер. МЦ виявлено в клітинах представників ціанобактерій із родів *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Hapalosiphon*, *Microcystis*, *Nostoc*, *Planktothrix*, *Phormidium* і *Synechococcus* [5].

МЦ є циклічними гептапептидами з незвичайною хімічною структурою й певною кількістю небілкових амінокислот. У них три варіабельні метильні групи. Метилування є поширеною модифікацією в біологічно активних природних пептидах, що сприяє,

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

ймовірно, зміцненню стабільності пептиду при протеолітичній деградації [6, 7]. Мікроцистин синтезуються великими ферментними комплексами, що складаються з нерібосомальних пептид-синтез і поліпептид-синтез [8].

Нерібосомальні пептид-синтезази відрізняються консервативною модульною структурою. Кожен модуль складається з каталітичних доменів, відповідальних за аденілювання, освіту тіоефіру й конденсацію специфічних амінокислот. Додаткові домени, необхідні для модифікацій амінокислотних залишків, таких як епімеризація, гетероциклізація, окислення, формілювання, відновлення або N-метилування, можуть бути також включені у модуль [7].

Усі ці біосинтетичні особливості призводять до різноманіття ціанобактеріальних МЦ – понад 60 ізоморфних форм. Повністю визначені нуклеотидні послідовності біосинтетичних генних кластерів для *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Nodularia* і *Nostoc* [5]. У *Anabaena* цей ферментний комплекс кодується генним кластером, що містить 10 генів (mcyA-J) [9].

Якщо відомі гени, що кодують біоактивні компоненти, можна за допомогою направлено мутагенезу отримати відповідні мутанти з порушеним біосинтезу цих речовин і

спробувати вивчити і зрозуміти функції цих метаболітів. У разі МЦ такі мутанти були отримані шляхом інсерції або делеції mcy генів у штаммах *Microcystis aeruginosa* і *M. agardhii* [7, 8, 10]. За допомогою інсерційного мутагенезу було показано, що гени, які кодують пептидсинтезазу, залучені до продукування мікроцистину і ті, що мають один генний кластер, відповідальний за продукцію всіх варіантів МЦ у штамі *Microcystis aeruginosa* PCC 7806 [8].

Матеріал і результати.

Динаміка розвитку фітофторозу за останні роки базується на аналізі метеорологічних показників центрального поясу України. Є взаємозв'язок між інтенсивністю розвитку фітофторозу томата та основними екологічними факторами – вологістю, температурою повітря, кількістю опадів. Значна кількість опадів (30–60 мм) та висока (65–85 %) вологість повітря з одночасним зниженням температури до 15–17°C сприяють розвитку захворювання, яке може починатись з I декади червня до I декади серпня. Подальший перебіг хвороби залежить від погодних умов і може набувати характеру епіфітотії, як було у 2000, 2003, 2008, 2011, 2015 роках. Літературні джерела свідчать, що навіть у засушливі роки у вересні–жовтні за умови рясних опадів ураженість пізніх сортів томата може сягати 45 % і вище [11].

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

Поширення фітофтори контролювати дуже складно, адже ця популяція має декілька унікальних рис: гомоталізм, тобто двостатевість організмів; гінадроміксіс, тобто зміну статі за наявності певних феромонів; дуже швидке створення таких різноманітних структур як ооспори, зооспори, хламідоспори; швидку еволюцію нових рас і штамів; здатність продукувати гібридні види [12].

Дослідження впливу альготоксинів на фітофтору

проводилось у три етапи: 1 – етап математичного моделювання реакції *Phytophthora infestans* на мікроцистини (рис 1); 2 етап – лабораторні дослідження впливу мікроцистинів на *Ph. infestans*; 3 – натурні експерименти використання мікроцистинів для боротьби з фітофторозом та біотестування безпечності продукції після застосування цього біологічного методу.

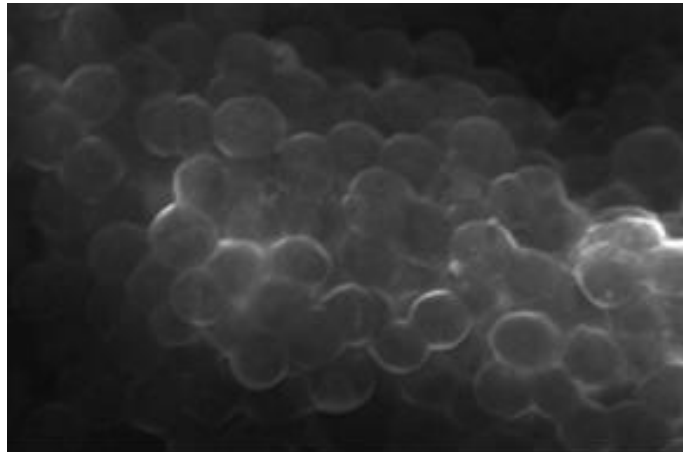


Рис. 1. РЕМ-зображення колонії *Microcystis aeruginosa* Kützinger, 3000x [13]

Концентрація МЦ у воді з р. Дніпро у м. Кременчук була визначена австрійськими колегами з Віденського університету (рис. 2). На сучасному спектрофотометрі були досліджені дві проби води, що були відібрані з проміжком часу у два тижні. Робочою областю

спектрофотометра для визначення концентрації МЦ було обрано 450 нм, тобто видиме світло. Отже, концентрація МЦ становить приблизно 3,5 мг/дм³. Представлений нижче графік поданий без авторських змін.

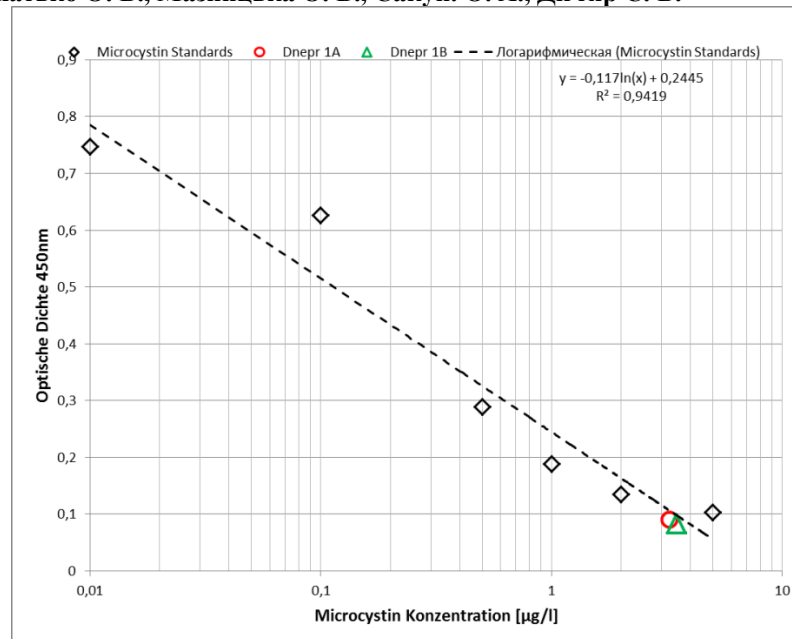


Рис. 2. Результати фотоспектрометричного дослідження концентрації мікроцистинів

Перед виконанням основного дослідження необхідно здійснити низьку попередніх маніпуляцій і безпосередньо отримати чисту культуру *Ph. infestans*. Дослідження проводилось за методикою, описаною у [14]. Виділення ізолятів із зараженого патогеном листя і стебел було безрезультатним – у середовищі розвивалася лише стороння мікрофлора. Як середовище для виділення ізолятів було обрано поживний агар від ТОВ «Фармактив» ТУ У 24.4–37219230–001:2011 такого умісту: пептон ферментативний 10 г/ дм³; агар мікробіологічний 10 г/ дм³; натрію хлорид 5 г/ дм³; дріжджовий екстракт 3 г/ дм³.

Попередня обробка вихідного матеріалу дезінфікуючим засобом є дуже важливим етапом. Адже завдяки цьому можна позбутися контамінації ізолятів сторонньою мікрофлорою. З

переліку доступних дезінфікуючих речовин було обрано перманганат калію та етиловий спирт. В обох випадках було три етапи обробки. Перший та другий етап – це послідовне замочування у перманганаті калію (етиловому спирті у другому випадку) зі зміною розчину через кожні 5 хвилин. Третій етап – це промивання вихідного матеріалу упродовж 1 хвилини дистильованою водою. Після дезінфекції вихідний матеріал розміщують у стерильній чашці Петрі. Перед обробкою вихідний матеріал необхідно нарізати на шматочки розміром приблизно 5 на 5 мм.

Створення математичної моделі дослідження впливу мікроцистину на *Ph. infestans* було реалізовано за допомогою програмного забезпечення Matlab. Отримані дані

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

свідчать про перспективність використання МЦ для боротьби з фітофторозом культурних рослин, адже спостерігається деградація мікрогрибкових клітин. Головною метою лабораторних досліджень *Ph. Infestans* було спостереження поведінки колоній мікрогриба під впливом МЦ, що знаходяться у суспензії синьо-зелених водоростей. Установлено неоднорідність морфологічних ознак, що проявилось у різниці структури колоній, топографії, швидкості росту. Також спостерігалась різна здатність до утворення поверхневого міцелію. Діаметр колоній варіювався від 2 до 5 мм. Деякі колонії характеризувалися слабким розвитком повітряного міцелію, інші навпаки – досить сильним. Поверхня міцелію була ватоподібною або павутинною.

Популяція *Ph. Infestans*

характеризується дуже динамічним розвитком, чисельність збільшується у геометричній прогресії. Для створення кривої росту популяції проводилося спостереження та підрахунок кількості колоній щоденно в один і той же час. Ґрунтуючись на зібраних даних була побудована крива росту популяції *Ph. infestans* (рис. 3). Установлено, що повний цикл розвитку й деградації популяції фітофтори може тривати у середньому 20 діб. У деяких випадках тривалість фаз може змінюватися на декілька діб. Безпосередньо дослідження динаміки культури *Ph. infestans* під впливом суспензії синьо-зелених водоростей порівнювались із такими дослідженнями: вплив антибіотиків на культуру, вплив фунгіцидів на культуру, динаміка культури без сторонніх чинників.

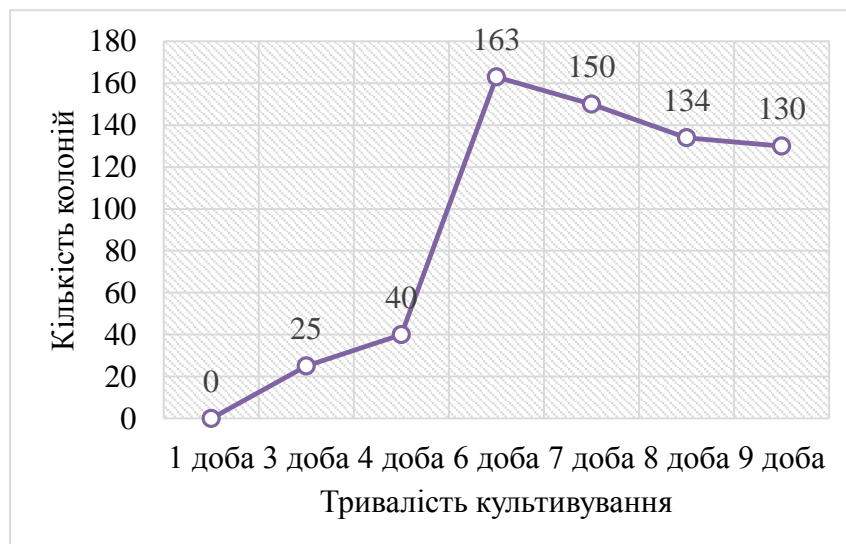


Рис. 3. Експеримент № 1 – фази росту популяції *Phytophthora infestans* з додаванням суспензії ціанобактерій *in vitro*

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

Перший експеримент представляє, на нашу думку, найбільший інтерес. Він полягав у вирощуванні популяції *Ph. infestans* на поживному агарі з додаванням суспензії синьо-зелених водоростей. За результатами експерименту побудовано криву фаз росту (рис. 3). На початок експоненціальної фази (четверта доба) популяція нараховувала 40 колоній. Через дві доби чисельність збільшилась до 163 колоній. На шостій добі культура була оброблена 0,001 дм³ суспензії синьо-зелених водоростей. Подальше спостереження за ростом культури відбувалось аналогічно. На сьому добу налічувалось 150 колоній, на восьму добу – 134 колонії, на дев'яту – 119 колоній. Також зафіксовано зменшення інтенсивності спороношення фітопатогену. Колонії втратили обриси і перетворилися на розмиті плями.

Спираючись на оригінальні розрахунки можна констатувати, що найефективнішим інгібітором розвитку колоній *Ph. infestans* є фунгіцид ($D_{заг.} = 35\%$). Дещо меншу ефективність показує суспензія ціанобактерій ($D_{заг.} = 27\%$), і значно менша ефективність спостерігається для антибіотику ($D_{заг.} = 17\%$). Отже, проведені *in vitro* дослідження відповідають поставленій меті й

підтверджують, що для МЦ синьо-зелених водоростей є притаманними інгібуючі властивості, зокрема – пригнічуючий вплив на колоній *Ph. infestans* [14]. Тому попередні дослідження є підґрунтям для подальшого вивчення впливу альготоксинів на *Ph. infestans in vivo* задля визначення рівня біобезпеки спеціального використання суспензії ціанобактерій, оскільки їх МЦ мають здатність до акумуляції у різноманітних біологічних об'єктах, тому важливо не лише виявити їх інгібуючу дію на фітофтороз томатів, а й визначити наскільки рослини, оброблені ними, будуть безпечними для споживання людиною чи тваринами.

Для експерименту взято томати сорту «кімнатний», на яких діагностувалися ознаки захворювання фітофторозом різної форми. Умовно було виокремлено чотири ступеня патогенезу: 1 ступінь – початковий (враженими є найнижчі листя (рис. 4, А)); 2 – легкий ступінь (вражено два нижніх пояси листя та стебло між ними (рис. 4, Б)); 3 ступінь – середній (вражено всі або майже всі вегетативні частини рослини (рис. 4, В)); 4 – важкий ступінь (вражено всі або майже всі вегетативні та генеративні частини рослини (рис. 4, Г)).

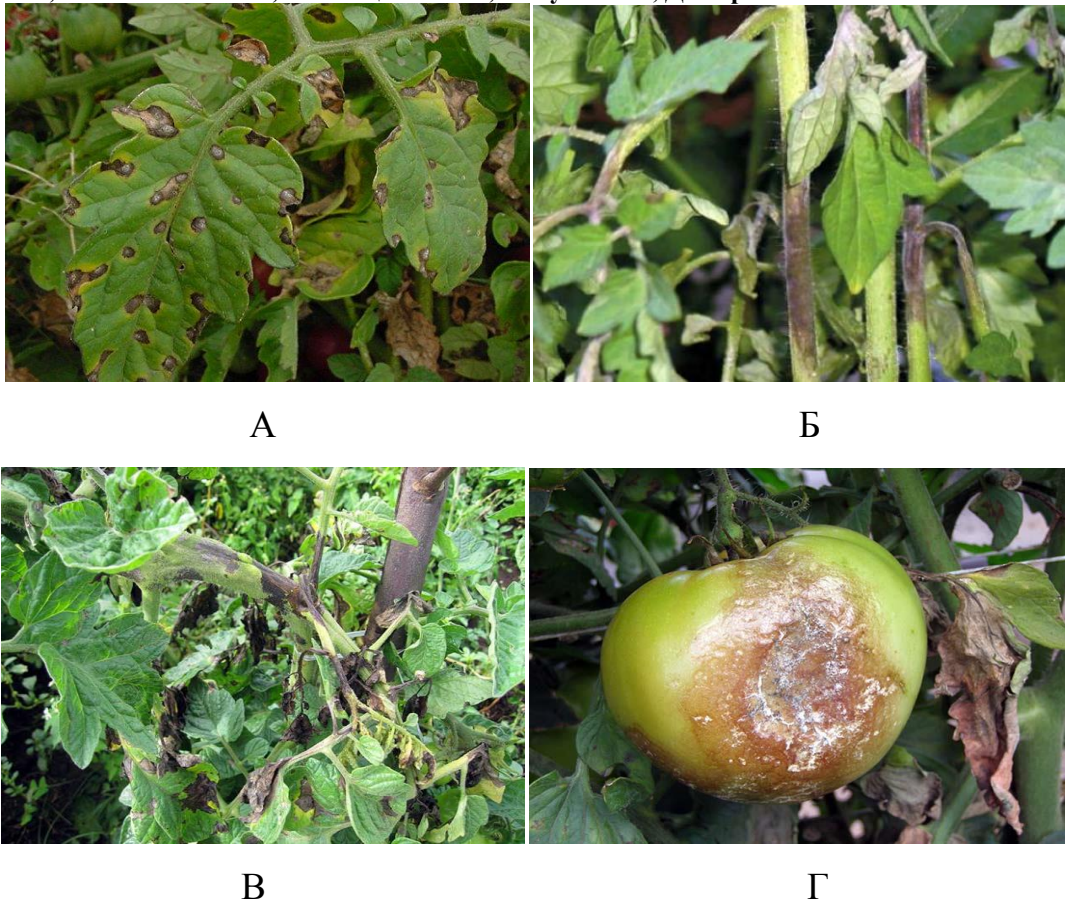


Рис. 4. Ступені захворювання на фітофтороз (А – 1, Б – 2, В – 3, Г – 4)

Рослини оброблялися суспензією ціанобактерій двома способами: обприскуванням та/або поливанням ґрунту. В обох випадках термін застосування суспензії складав до 14 діб. Якщо за цей період у рослини не спостерігалось фітофторостатичного ефекту, то спосіб вважався не ефективним. Під час експерименту було виключено обробку додатковими речовинами, поливання звичайною водою, використання добрив тощо. Також для оцінювання шкідливої дії суспензії нею оброблялися й здорові рослини – жодних змін у контрольних томатів не зафіксовано [14]. Результати

досліджень *in vivo* зведено у матрицю (Табл. 1), порівняльний аналіз яких дозволяє зробити висновок про те, що із двох обраних способів обприскування було ефективнішим у порівнянні з поливанням ґрунту. У першому випадку спостерігалось до 75 % ефективності (для 30 рослин із 40 зареєстрований фітофторостатичний ефект), а ефективність іншого – становить до 50 % (для 20 рослин із 40 зафіксовано пригнічення фітофторозу) за умов, коли обробку суспензією ціанобактерій розпочинали вже при перших ознаках фітопатологічного процесу (рис. 5).

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

1. Результати дослідження впливу мікроцистинів на фітофтороз томатів у натурних умовах вирощування

Спосіб внесення	Ступінь фітопатологічного процесу	Вихідна кількість рослин	Кількість рослин з пригніченням фітофторозу	Ефективність, %
обприскування	1	40	30	75
	2		28	≈75
	3		10	25
	4		0	0
поливання	1		20	≈50
	2		15	≈30
	3		3	0
	4		0	0



А

Б

Рис. 5. Прояви фітофторозу томатів після поливання (А) та обприскування (Б) суспензією ціанобактерій

Під час досліджень визнано відповідний спосіб обробки рослин, які були повністю або майже повністю уражені фітофторою, не ефективним. Варто зауважити, що на такій стадії захворювання фунгіциди, що є нині на ринку, також є неефективними. Застосування МЦ, як

інгібіторів фітофторозу, має сенс лише на початковій (1) і легкій (2) стадіях патологічного процесу. Майже аналогічними є результати експерименту (відхилення в межах 3–5 %) для картоплі та баклажанів, які подано у вигляді гістограми (рис. 6).

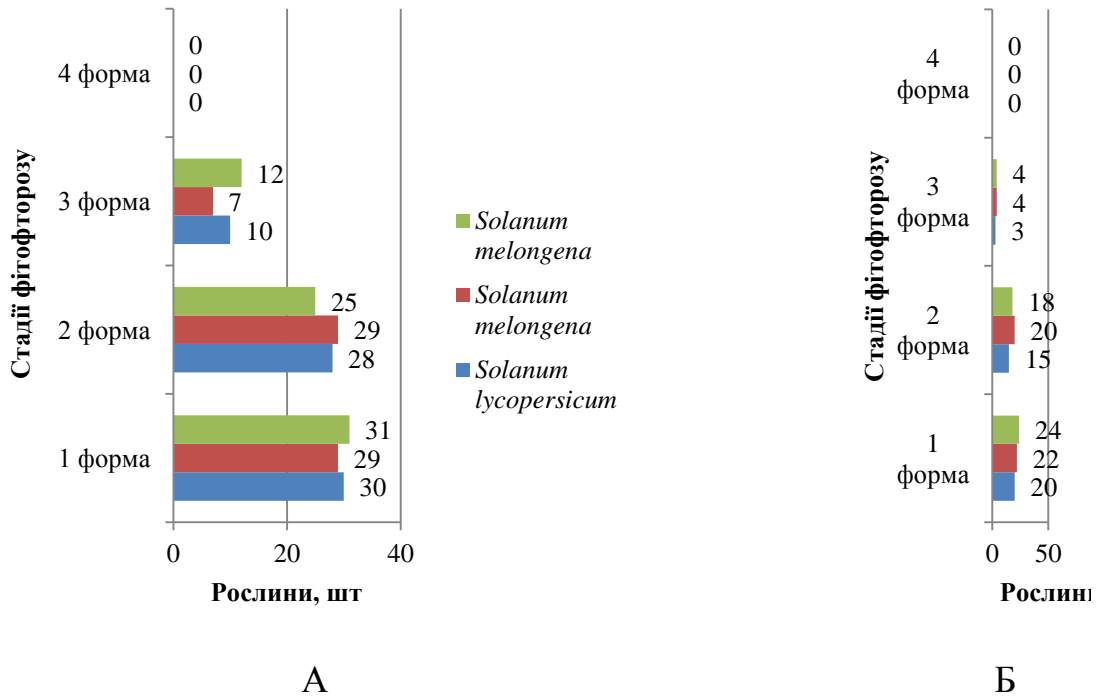


Рис. 6. Кількість рослин зі зменшенням проявів фітофлорозу внаслідок обробки суспензією ціанобактерій шляхом обприскування (А) і поливу ґрунта (Б)

Отримані результати призводять до наступного питання щодо біологічної безпеки подальшого споживання оброблених рослин, що зумовлює необхідність проведення біотестування томатів та інших культур, що оброблялися суспензією водоростей. Тест-об'єктом було обрано наземного равлика Ахатіну гігантську (*Achatina fulica*) (рис. 7).

Вибір оснований на декількох причинах: молюск є біоіндикатором стану середовища, має швидку реакцію на негативний вплив хімічних чинників; є донором нервової тканини для лікування людей; як модельний організм доступний під час утримання через свою всеїдність.



Рис. 7. Тестування рівня біобезпеки оброблених томатів на *Achatina fulica*

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

Для контролю під час біотестування разом із томатами, картоплею та баклажанами були використані як модельні організми інші культурні рослини: огірки,

стручковий перець, салат латук, які також оброблялися суспензією синьо-зелених водоростей. Результати біотестування узагальнено у відповідній матриці (Табл. 2).

2. Результати біотестування різних овочевих культур після обробки суспензією ціанобактерій

Рослина	Спосіб обробки рослин	Кількість особин тест-об'єкту		
		вихідна	без реакції	з негативною реакцією
Томат їстівний (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Полив	30	30	0
	Обприскування		28	2
Огірок звичайний (<i>Cucumis sativus</i>)	Полив		30	0
	Обприскування		24	6
Перець стручковий (<i>Capsicum annuum</i>)	Полив		30	0
	Обприскування		25	5
Салат латук (<i>Lactuca sativa</i>)	Полив		30	0
	Обприскування		18	12
Баклажан (<i>Solanum melongena</i>)	Полив		30	0
	Обприскування		27	3
Картопля (<i>Solanum tuberosum</i>)	Полив		30	0
	Обприскування		26	4

За результатами біотестування встановлено, що рослини, які поливалися суспензією синьо-зелених водоростей, не завдали ніякої візуальної шкоди модельним організмам. Проте рослини, які обприскувалися, спричинили негативну реакцію: моллюки зменшили свою активність і сховалися в мушлі, що можна пояснити проявом захисного рефлексу на вплив альготоксинів на покриви тіла, оскільки після прибирання залишків суспензії на

досліджуваних рослинах моллюски споживали їх в їжу.

Висновки. Досліджено вплив мікроцистинів на *Phytophthora infestans* в умовах *in vitro* & *in vivo*. У натурному експерименті використано томати, на яких проведено діагностику симптомів фітофторозу за чотирма стадіями патологічного процесу. Рослини оброблялися суспензією синьо-зелених водоростей двома способами: обприскуванням і поливанням ґрунту. Ефективність першого способу становить 75 %. У результаті застосування другого –

Никифоров В. В., Новохатко О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.

фітофторостатичний ефект зареєстровано для 50 % експериментальних рослин. Отже, спираючись на отримані результати можна висловити думку, що мікроцистинам притаманна властивість пригнічувати розвиток фітофторозу томатів, зокрема, шляхом обприскування суспензією ціанобактерій, яку можна розглядати, як біотехнологічний препарат, виготовлений із рафінованої біомаси мікроцистису, проти мікозів рослин.

References

1. *Phytophthora*. A Global Perspective. Ed. K. Lamour (2013). Wallingford : CAB International. 244 p.

2. Buratti F. et al. (2013) The conjugation of microcystin-RR by human recombinant GST and hepatic cytosol. *Toxicology Letters*. № 219. P. 231–238.

3. Gutierrez-Praena D. et al. (2013). Presence and bioaccumulation of microcystins and cylindrospermopsin in food and the effectiveness of some cooking techniques at decreasing their concentrations : a review. *Food and Chemical Toxicology*. № 53. P. 139–152.

4. Buratti F. et al. (2017). Cyanotoxins: producing organisms, occurrence, toxicity, mechanism of action and human health toxicological risk evaluation. *Archives of Toxicology*. № 91. P. 1049–1130.

5. Sivonen K., Borner T. (2008). Bioactive compounds produced by cyanobacteria. *The Cyanobacteria Molecular Biology, Genomics and Evolution*. Eds. Herrero A., Flores E. Norfolk, UK: Caister Academic Press. P. 158-197.

6. Finking R., Marahiel M.A. (2004). Biosynthesis of nonribosomal peptides. *Annu Rev. Microbiol*. V. 58. P. 453-488.

7. Sieber S.A., Marahiel M.A. (2004). Molecular mechanisms underlying non-ribosomal peptide synthesis: approaches to new antibiotics. *Chem. Rev*. V. 105. P. 715-738.

8. Dittmann E., Neilan B.A., Erhard M., von Dohren H., Borner T. (2005). Insertional

Біотестування

експериментальних рослин на *Achatina fulica* підтвердило біологічну безпечність оброблених альготоксинами вегетативних і генеративних органів томатів та інших культурних рослин. Незначна негативна реакція тест-об'єкту спостерігалась лише за вживання обприсканих суспензією синьо-зелених водоростей рослин, що можна пояснити впливом на покриття тіла модельного організму.

mutagenesis of a peptide synthetase gene that is responsible for hepatotoxin production in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* PCC 7806. *Mol. Microbiol*. 1997. V. 26. P. 779-787.

9. Rouhiainen L., Vakkilainen T., Siemer B.L., Buikema W., Haselkorn R., Sivonen K. (2004). Genes coding for hepatotoxic heptapeptides (microcystins) in the cyanobacterium *Anabaena strain 90*. *Appl. Environ. Microbiol*. V. 70. P. 686-692.

10. Pearson L.A., Hisbergues M., Borner T., Dittmann E., Neilan B.A. (2004). Inactivation of an ABC transporter gene, *mcyH*, results in loss of microcystin production in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* PCC 7806. *Appl. Environ. Microbiol*. V. 70. P. 6370-6378.

11. Dunn A. et al. (2010). Population structure and resistance to mefenoxam of *Phytophthora capsici* in New York state. *Plant Disease*. Vol. 94. P. 1461–1468.

12. Forster H., Cummings M., Coffey M. (2000). Phylogenetic relationships of *Phytophthora* species based in ribosomal ITS I DNA sequence analysis with emphasis on Waterhouse groups V and VI. *Mycological Research*. Vol. 104. P. 1055–1061.

13. Nykyforov V., Malovanyy M., Kozlovs`ka T., Novokhatko O., Digtyar S. (2016). The biotechnological ways of blue-green algae complex processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. № 5/10 (83). P. 11–18.

14. Sakun O.A., Shendryk V.S., Kovalenko Ya.A. (2019). *Doslidzhennia*

Никифоров В. В., Новохатько О. В., Мазницька О. В., Сакун. О. А., Дігтяр С. В.
 vplyvu mikrotsystyniv dlia profilaktyky tomatoes]. Visnyk Kremenchutskoho
 fitoftorozu tomativ. [Study of the effect of natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila
 microcystins for the prevention of late blight of Ostrohradskoho. №5 (118) S. 58–65.

RESEARCH OF MICROCYSTINS AS INHIBITORS OF *PHYTOPHTHORA* *INFESTANS* DEVELOPMENT

V. V. Nykyforov, O. V. Novokhatko, O. V. Maznitska, O. A. Sakun, S. V. Digtiar

Abstract: Information from foreign literary sources regarding microcystins of blue-green algae is presented. The current state of the problem of reservoirs «bloomings» and the significance of this phenomenon for humans are reflected. The research was carried out in two stages: laboratory and full-scale. A pure culture of *Phytophthora infestans* was isolated, on which further studies were carried out. Isolation of isolates was carried out on agar nutrient medium. Potassium permanganate and ethanol were selected from the available antiseptics. Field experiments were carried out on experimental lines of *Solanum lycopersicum* by diagnosing signs of late blight disease. The determination of the potential negative effect of tomato plants treated with a suspension of cyanobacteria was carried out by the method of biotesting using *Achatina fulica* as a test object. The effect of blue-green algae toxins – microcystins – on colonies *Ph. infestans* in vitro is described. Photometric observation of the decrease in the number of colonies with a time interval of three days is presented. The phytophthorostatic effect of microcystins has been established. Degradation of *Ph. infestans* the next day were fixed after treatment of the colony with a suspension of cyanobacteria. An inhibitory effect was revealed, almost to the complete disappearance of symptoms in plants partially affected by late blight and grown in vivo. It has been determined that plants treated with microcystin can be considered safe for further consumption; the death of model organisms has not been registered.

Key words: microcystin, toxicity, inhibitors, phytophthora, in vitro, biotesting, test object, in vivo, biosafety

**ВИКОРИСТАННЯ ДОМШОК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
НАСІННЯ ХАРЧОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ****Л. В. КРИЧКОВСЬКА**, доктор біологічних наук, професор*Національний технічний університет «ХПІ»***М. А. БОБРО**, доктор сільськогосподарських наук*Харківський національний університет біотехнології***П. Ю. ЛИСАК**, аспірант**Н. Ю. МАСАЛІТИНА**, кандидат технічних наук, доцент*Національний технічний університет «ХПІ»*

E-mail: Krichkovska@kpi.kharkov.ua, lysakpaul@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.002>

***Анотація.** Досліджено рістстимулюючу активність препарату «Гумір», створеного на основі гуматів, поліетиленоксидів, відходів дріжджового виробництва, гідратованих фулеренів та інших БАР. Введення цих компонентів у технологію рослинництва вимагає ретельного вивчення властивостей препаратів на їх основі в різних зонах і на різних видах насіння. Використання регуляторів росту є одним з основних елементів сучасних технологій. Зміна гормонального статусу рослин під впливом екзогенних регуляторів росту забезпечує підвищення активності метаболічних процесів в рослині, стійкості до біотичних і абіотичних стресів, підвищує врожайність і якість продукції. Регулятори росту вельми ефективні не тільки для польових, але також інших культур. Застосування регуляторів росту визначається етапом онтогенезу, середовищних умов і завданнями, які розв'язуються за допомогою фіторегуляторів (коренеутворення, виведення насіння зі стану спокою, регуляція розвитку вегетативних генеративних органів, регуляція плодоутворення й дозрівання, регуляція стійкості рослини, якості продукції та ін.).*

Ряд регуляторів надає комплексну дію на рослину, стимулюючи проростання насіння, стійкість до хвороб, підвищення врожайності і якості. Регуляторний вплив на рослинний організм близько пов'язаний з трофічним чинником (мінеральне і вуглецеве харчування), водним режимом, метаболізмом фенольних сполук, природними умовами. Можлива і регуляція переходу рослини або органу в стан спокою, що важливо перед закладанням плодів і насіння на зберігання.

Це послугувало підставою для проведення наших досліджень зі створення комплексного препарату з рістстимулюючою дією. Об'єктом досліджень було обрано насіння гірчиці «Талісман».

***Ключові слова.** Рістстимулюючі препарати, гідратовані фулерени, гірчиця, відходи дріжджового виробництва (штам *Saccharomyces cerevisiae*)*

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

Постановка проблеми. Одним з основних екологічних прийомів вирощування фізіологічно здорових рослин і збільшення врожайності є передпосівна обробка насіння препаратами, що містять необхідні компоненти в оптимальних концентраціях для захисту проростків від хвороб і шкідників. Принципи використання регуляторів росту в сільському господарстві вперше сформульовані Ю.В. Ракітним [1, с.289]. Один із найбільш важливих із них говорить: «... необхідна правильна оцінка умов зростання, так як регулятори росту не можуть замінити необхідні фактори зовнішнього середовища, а лише допомагають рослині ефективніше їх використовувати».

Аналіз останніх досліджень. На відміну від індивідуальних органічних сполук, гумінові речовини являють собою суміш хімічних сполук [2, с.143]. Водночас гумінові речовини в їх активній взаємодії, взаємозв'язку, а також взаємовідносин з навколишнім середовищем створюють складну систему й мають функцію саморегуляції й самовідновлення.

Гумінові речовини полегшують надходження і пересування поживних речовин в культурні рослини. Внаслідок цього у сільськогосподарських культур оптимізується фотосинтез, рослини повніше використовують внесені в ґрунт добрива. Це дозволяє їм

ефективно реалізувати потенційну продуктивність і підвищує стійкість до захворювань. Численні дослідження підтвердили здатність гуматів до прямого збільшення врожайності практично всіх сільськогосподарських культур [3, с.50]. В даний час створено багато нових природних і хімічних сполук, що володіють рістрегулюючою активністю, до яких пред'являються підвищені вимоги. Вони не повинні токсичними та не володіти мутагенними властивостями, не мати шкідливого впливу на ґрунтову мікрофлору і мешканців водойм, не повинні створюватися шкідливого екологічного навантаження на довкілля [4, с.120].

Багаторічний досвід застосування гуматів показав, що їх присутність важлива для всіх стадій розвитку рослин, особливо на ранніх етапах. Наприклад препарат на основі гумінових речовин «Родючість» надавав позитивний вплив на якість зерна ярової пшениці. Вміст білка в зерні збільшився на 0,6-1,3 %, клейковини – на 2,8-3,8 %, маса 1000 зерен зросла на 2,1-3,9 %. Все вищевикладене добре узгоджується з даними інших авторів [5, с.40; 6, с.36].

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами на базі дослідного господарства ін-ту с/г ім. Докучаєва препарат «Гумір-1» застосовували для обробки насіння гірчиці перед посівом. До складу препарату, основою якого були

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

гумати, вводили каротин мікробіологічний, отриманий із мукорового мікрогіба *Blakeslea trispora*, гідратовані фулерени у певній концентрації, відходи дріжджового виробництва. Встановлено, що прямий ефект препарату «Гумір-1» пов'язаний із впливом не тільки гумінових кислот але і БАР, введених у препарат.

Було проведено також дослідження з насінням гірчиці сорту «Талісман», що вирощувалась в чашках Петрі в лабораторних умовах (3 повтори в кожній серії с 20.04 по 26.04.18). В якості контролю було обрано відомі рістстимулюючі препарати «Вимпел» та «Байкал» а також не оброблене насіння. Крім того, проводили порівняння з насінням, обробленим тільки гідратованими фулеренами. Стабільність гідратної оболонки фулеренів підтримується наступними впорядкованими водними оболонками. Розмір $C_{60}H_{12}F_n$ відповідає 1,6-1,8 нм., кластери (вторинні асоціати) $C_{60}H_{12}F_n$ утворюються шляхом злиття їх гідратних оболонок, що подовжувало строки їх впливу. Розміри таких сферичних кластерів відповідають ряду значень: 3.4; 7.1; 10.9; 14.5; та іншим.

Розміри кластерів фулеренів у значній мірі залежать від концентрації $C_{60}H_{12}F_n$ в розчині. Чим менше концентрований розчин, тим менше в ньому середній розмір

кластера. Під час розведення C_{60} відбувається динамічний процес перерозподілу молекулярних структурних одиниць до встановлення рівноважного стану з певним дисперсним розподілом кластерів, характерним для даних умов [7, с.71]. Процес встановлення дисперсійної рівноваги може тривати досить тривалий час. За застосування $C_{60}FWS$ рекомендований діапазон концентрації гідратованого фулерену C_{60} в кінцевому продукті складає: – у харчових продуктах водомістких (вода питна, вода для приготування харчових продуктів, алкогольні напої, безалкогольні напої тощо) - (0,01-10) x 10⁻³ мг/л.

До складу нового препарату (Гумір-1) було введено, окрім гуматів та розчину гідратованих фулеренів (5мг/л), каротин мікробіологічний та відходи дріжджового виробництва (дріжджі штаму *Saccharomyces cerevisiae*).

Як бачимо за показниками схожості й густини сходів (табл.1) кращі показники були отримані за обробки насіння препаратом «Гумір-1» до складу якого вводили відходи дріжджового виробництва, а саме культуральна рідина після сепарації дріжджів на стадії вирощування чистої культури.

Під час сепарації дріжджів в барду йде до 7 % вирощеної біомаси і практично вся інфікуюча мікрофлора, що призводить до помітного вмісту в ній білкових речовин, також

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

залишаються всі колоїди. Вміст СВ у відсепарованої культуральної рідини 5-7 % , вміст колоїдів коливається в межах до 13-19,5 % СВ барди [8, с.300].

Як відомо, мікроелементи відіграють роль каталізаторів

хімічних процесів і потрібні в дуже малих кількостях. У дріжджовій масі й у відходах дріжджового виробництва нами визначався зміст мікроелементів, представлений у табл. 1

1. Елементарний склад хлібопекарних дріжджів штаму

Досліджений елемент	% в сухій речовині	
	Межа	Середні данні
Вуглеводи.....С	44-50	47
Кисень.....О	31-36	32
Водород.....Н	6-8,5	6
Азот.....N	6,5-9,5	7,7
Фосфор.....Р	1,0-2,5	1,2
Калій.....К	1,2-3,5	2,0
Сірка.....S	0,2-1,2	1,0
Магній.....Mg	0,06-0,4	0,2
Натрій.....Na	0,03-0,15	0,1
Кремній.....Si	0,01-0,1	0,04
Кальцій.....Ca	0,004-0,14	0,035
Хлор.....Cl	0,004-0,10	0,020
Залізо..... Fe	0,003-0,01	0,005

Фосфор у формі фосфорнокислих з'єднань надзвичайно важливий для енергетичного обміну всіх клітин (високоенергетичний фосфатний зв'язок).

Калій важливий, як осмотично активний іон у плазмі і інших органелах клітини, також грає важливу роль під час передачі речовин через клітинні мембрани, особливо – мембрани мітохондрій.

Сірка – важлива складова деяких амінокислот і трипептида глутатіону, важливий компонент багатьох окисно-відновних систем через

окисне перетворення SH груп в SS групи й навпаки, який також бере участь в утворенні й розпаді зв'язків між різними молекулами, або між парами полімерних ланцюгів (тобто третинної структури білків).

Такі елементи, як Na, Si, Ca, Cl порівняно не важливі в дріжджовій клітці. Абсорбція цих речовин клітинами дріжджів, судячи з усього, залежить від складу живильної складової.

Залізо й інші елементи дуже важливі для клітинного метаболізму, також як і магній, діють як коферменти. Залізо є невід'ємною

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

частиною цитохромів та інших гемінів. Певні ферменти вимагають наявності інших мікроелементів, таких як цинк, марганець, мідь, хром і молібден в якості активаторів. Зважаючи з важливості присутності мікроелементів визначали вміст мікроелементного складу у відходах дріжджового виробництва та в складі гуматів.

Зміст макроелементів у доступній для рослин формі: калій (K₂O) – 0,45 %, азоту – 0,25 %, фосфору (P₂O₅) – 0,16 %; Вміст мікроелементів у доступній для рослин формі: марганець – 2,72 мг/кг,

сірка – 0,11 %, цинк – 0,11 мг/кг, мідь – 0,06 мг/кг.[4].

Данні, приведені в таблиці 1 дають змогу припустити, що внесення відходів дріжджового виробництва, до якого входять поживні елементи можуть значно вплинути на врожайність (табл.2).

Обробка насіння гірчиці розробленим складом на основі гуматів, відходів дріжджового виробництва та фулеренової складової приводила до збільшення густини насіння, що зійшло (табл. 2) у порівнянні з дією препаратів «Вимпел» та «Байкал».

2. Густина сходів 2018 , середні показники (350 шт. = 100 %)

Варіант досліду	Густина сходів, шт/м ²	Зійшло, %
Сухий контроль	232,6 ± 21,8	66,3
Фул. вода*	253,3 ± 25,9	72,4
Гумір-1	282,6 ± 30,0	80,76
Вимпел	269,3 ± 27,8	76,95
Байкал	248,8 ± 20,9	70,85

Густина насіння, що зійшло під час їх обробки «Гуміром-1» була майже на 12 % вище, ніж в сухому контролі і вище, ніж за обробки насіння препаратами «Вимпел» і «Байкал». Незначне, але збільшення кількості сходів в цьому експерименті було отримано і за обробці насіння розчином із гідратованими фулеренами. Кількість насіння, що зійшло відповідно було вище за обробки насіння препаратом «Гумір-1», трохи нижче схожість з застосування препаратів порівняння «Вимпел» і «Байкал».

Під енергією проростання розуміється кількість нормально пророслого насіння упродовж встановленого короткого терміну, виражене у відсотках від кількості насіння, узятих для визначення схожості. Енергія проростання характеризує дружність сходів насіння. Чим вище енергія проростання, тим дружніше будуть сходи і тим самим більше урожай [9, с.190]. Під схожістю розуміється кількість насіння, що дали нормально розвинені проростки за оптимальних умов за встановлений термін,

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

виражене у відсотках від кількості чистого насіння, взятого для визначення схожості. Схожість – один із головних показників, що характеризують посівні якості

насіння. Схожість насіння визначали на 3-7-у добу, підраховували кількість нормально пророслого насіння, загнилого, набряклий і аномально пророслих (табл.3).

3. Середні показники активності препарату «Гумір-1»

Варіант обробки	Енергія проростання, %	Схожість, %	Вид насіння, %		
			розбухле	загниле	аномально проросле
Контроль	78,9	83,4	0	6,78	6,78
Фул. вода	78,95	83,5	0,75	5,51	8,28
Вимпел	79,8	88,6	1,26	4,77	7,32
Гумір-1	83,5	89,4	0,51	4,12	4,05

Порівняльний аналіз отриманих даних, наведених у таблиці 3 показав, що кращі показники по енергії проростання і схожості отримані за обробки насіння гірчиці препаратами Гумір-1 і Вимпел. На тлі збільшення енергії проростання і схожості (за рахунок присутності в препараті бурштинової кислоти) було отримано зниження числа аномально пророслого насіння, більш виражене за обробки насіння препаратом «Гумір-1». Обробка насіння тільки розчином із гідратованими фулеренами не позначилася

позитивно ні на одному з показників, наведених у таблиці, число загнили насіння виявилось навіть вище, ніж у контролі. Показники енергії проростання і схожості були вище за обробки насіння препаратом «Гумір-1» в порівнянні з препаратом порівняння «Вимпел».

Необхідно відзначити, що дані, отримані в різні роки, мають незначні відмінності. Так, дані експериментів, проведених в 2018 році при рівних умовах досвіду були вищими за обробки насіння розробленим препаратом (табл. 4).

4. Гірчиця сорту «Талісман», що вирощена в чашках Петрі (30.11 ÷ 07.12.18) середні показники 4, серії дослідів

Варіант обробки	Енергія проростання, %	Схожість, %	насіння, %		
			розбухле	загниле	аномально проросле
Контроль	76,4	83,6	0	4,7±0,30	11,7±1,01
Гумір-1	86,3	95,8	0	1,2±0,08	2,9±0,22

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

Число аномально пророслого насіння при їх обробці новим препаратом було більш ніж в 3 рази нижче, ніж у контролі, а кількість загнилих у контролі було майже в 4 рази вище. Водночас час енергія проростання і схожість, як і в 2019 році були також вище за застосування препарату «Гумір-1». Визначення фотосинтетичної активності рослин за обробки «Гуміром-1» показало збільшення даного показника в порівнянні з відомими препаратами, що відбилося в збільшенні вегетуючої частини гірчиці. (табл. 4).

Отже, дослідями, проведеними у 2018-2019 рр. на Судіславському ГСУ Харківської області, показано суттєвий вплив препарату «Гумір-1» на врожайність гірчиці сорту «Талісман». У середньому за 2 роки обробка насіння забезпечила прибавку врожаю в розмірі 6,7 ц / га, що на 31,2 % більше, ніж у контролі. Крім того, отримано позитивний ефект за обробки вегетуючих рослин у фазу кущіння на фоні обробки рослини в стадії вегетації. Надбавка зерна склала 13,6 ц/га та на 63,2 % перевищувала контроль.

За останні 2 (2018-2019) роки середня прибавка врожаю зерна

Список використаних джерел

1. Ракитин В.Ю., Ракитина Т.Я., Карягин В.В., Прудникова О. Н. Растения *ac1-5pms-1Arabidopsisthaliana* при УФ-В стрессе. *Ефремовские чтения*, сентябрь 2017, Орел. С. 289–294.

2. Пироговская Г.В., Богомаз Н.А. Материалы конф. «Гуминовые вещества в биосфере, народнохозяйственное значение

гірчиці теоретично могла скласти 2,52 ц/га, а практично за вирощуванні в польових умовах в 2018 р була вище. Розбіжність по роках у наших умовах коливалася від 128 до 150% (за рахунок збільшення вегетуючої складової рослини).

Висновки:

1. Досліджено біологічну активність комплексного препарату на основі Гуматів, що містить у якості біологічно активного компонента відходи дріжджового виробництва (штаму *Saccharovyses cerevisia*) і розчину гідратованих фулеренів у лабораторних і польових умовах на насінні гірчиці сорту «Талісман».

2. Проведено дослідження рістстимулюючих властивостей нового препарату в порівнянні з гуматвміщуючими розчинами «Вимпел» і «Байкал». Кращі результати по рістстимулюючому ефекту встановлені за дії на насіння гірчиці сорту «Талісман» нового препарату «Гумір-1».

Проведені дослідження дають основу для розробки нових рістстимулюючих препаратів із використанням відходів дріжджового виробництва.

и экологическая роль». М.: МГУ, 1990. С.143–145.

3. Шишова М.Ф., Попов А.И. Действие гуминовых веществ на биохимический состав различных сельскохозяйственных культур. Сб. науч. тр. СПб., – гос. аграр. ун-та. СПб., 2001. С.48–53.

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

4. Меркис А.И., Новицкене Л.Л. Регуляция роста и питания растений. Вильнюс: Мокслас, 1998. С.114–127.

5. Рахимова М.М., Юсупова З.Н., Вандышева В.И., Рабиева Х.Б. Биологически активные полимеры и полимерные реагенты для растений: Тез. докл. 2-го Всесоюз. совещ. Звенигород. 1991. С. 40.

6. Брыкалов, А. В., Головкина Е. М., Кривошеев Н. В. Применение сорбентов в биотехнологии получения регуляторов роста растений. Современные наукоемкие технологии: матер, междунар. науч. конф. (Испания, о.Тенерифе) М, 2006. С.36–37.

7. Бричка А. В., Туров В. В., Приходько Г. П., Бричка С. Я. Совместная адсорбция бензола и воды наноразмерными углеродными трубками. Химия поверхности и нанотехнология: матер. Всерос. конф. Санкт-Петербург, 2006. С. 71–72.

8. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2. Справочник. М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.

9. Salam, A.M.; Quave, C.L. Opportunities for plant natural products in infection control. Curr. Opin. Microbiol. 2018, 45, 189–194.

References

1. Rakitin V. YU., Rakitina T. YA., Karyagin V. V., Prudnikova O.N. (2017). Rasteniya acl-5spms-1Arabidopsisthaliana pri UF-V stresse. Efremovskie chteniya, sentyabr', Orel. 289–294.

2. Pirogovskaya G. V., Bogomaz H. A. (1990). Materialy konf. «Guminovye

veshchestva v biosfere, narodnohozyajstvennoe znachenie i ekologicheskaya rol'». M.: MGU. 143–145.

3. Shishova M. F., Popov A. I. (2001). Dejstvie guminovyh veshchestv na biohimicheskij sostav razlichnyh sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Sb. nauch. tr. SPb., – gos. agrar. un-ta. SPb. 48–53.

4. Merkis A. I., Novickene L. L. (1998). Regulyaciya rosta i pitaniya rastenij. Vil'nyus: Mokslas. 114–127.

5. Rahimova M. M., Yusupova Z. N., Vandysheva V. I., Rabieva H. B. (1991). Biologicheski aktivnye polimery i polimernye reagenty dlya rastenij: Tез. dokl. 2-go Vsesoyuz. soveshch. Zvenigorod. 40.

6. Brykalov, A. V., Golovkina E. M., Krivosheev N. V. (2006). Primenenie sorbentov v biotekhnologii polucheniya regulyatorov rosta rastenij. Sovremennye naukoemkie tekhnologii: mater, mezhdunar. nauch. konf. (Ispaniya, o.Tenerife). M. 36–37.

7. Brichka, A. V., Turov, V. V., Prihod'ko, G. P., Brichka, S. Ya. (2006). Sovmestnaya adsorbciya benzola i vody nanorazmernymi uglerodnymi trubkami. Himiya poverhnosti i nanotekhnologiya: mater. Vseros. konf. Sankt-Peterburg. 71–72.

8. Skurihin, I. M. (1987). Himicheskij sostav pishchevyh produktov. Kн.2. Spravochnik. M.: Agropromizdat, 360.

9. Salam, A. M., Quave, C. L. (2018). Opportunities for plant natural products in infection control. Curr. Opin. Microbiol. 45. 189–194.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л. В. Кричковская, М. А. Бобро, П. Ю. Лысак, Ю. А. Грицаєнко

Аннотация. Исследована ростстимулирующая активность препарата "Гумир", созданного на основе гуматов, полиэтиленоксидов, отходов дрожжевого производства, гидратированных фуллеренов и других БАВ. Введение этих компонентов в технологию растениеводства требует тщательного изучения свойств препаратов на их основе в конкретных почвенно-климатических условиях различных зон и на разных видах семян. Использование регуляторов роста является одним из основных элементов современных технологий. Изменение гормонального статуса растений под влиянием экзогенных регуляторов роста обеспечивает повышение активности

Кричківська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

метаболических процессов в растении, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, повышает урожайность и качество продукции. Регуляторы роста весьма эффективны не только для полевых, но и других культур. Применение регуляторов роста определяется этапом онтогенеза, средовых условий и задачами, которые решаются с помощью фиторегуляторов (корнеобразования, выведения семян из состояния покоя, регуляция устойчивости растения, качества продукции и др.).

Ряд регуляторов оказывает комплексное действие на растение, стимулируя прорастание семян, устойчивость к болезням, повышение урожайности и качества. Регуляторное воздействие на растительный организм близко связано с трофическим фактором (минеральное и углеродное питание), водным режимом, метаболизмом фенольных соединений, природными условиями.

Это послужило основанием для проведения наших исследований по созданию комплексного препарата с ростстимулирующим действием. Объектом исследований были выбраны семена горчицы "Талисман".

Ключевые слова: *ростстимулирующие препараты, гидратированные фуллерены, горчица, отходы дрожжевого производства (штамм *Saccharomyces cerevisiae*)*

USE OF IMPURITIES TO INCREASE YIELD OF SEEDS FOR FOOD PURPOSES

L. V. Krychkovska, M. A. Bobro, P. Y. Lysak, Y. A. Gritsayenko

Abstract. *The growth-stimulating activity of the drug "Humir", created on the basis of humates, polyethylene oxides, wastes of yeast production, hydrated fullerenes and other BAS is investigated. The introduction of these components in the technology of crop production requires careful study of the properties of drugs based on them in specific soil and climatic conditions of different zones and on different types of seeds. The use of growth regulators is one of the main elements of modern technology. Changing the hormonal status of plants under the influence of exogenous growth regulators increases the activity of metabolic processes in the plant, resistance to biotic and abiotic stresses, increases yields and product quality. Growth regulators are very effective not only for field crops but also for other crops. The use of growth regulators is determined by the stage of ontogenesis, environmental conditions and tasks that are solved by phyto regulators (root formation, removal of seeds from dormancy, regulation of vegetative generative organs, regulation of fruit formation and maturation, regulation of plant stability, product quality, etc.) [1].*

A number of regulators have a complex effect on the plant, stimulating seed germination, disease resistance, increasing yields and quality. The regulatory effect on the plant organism is closely related to the trophic factor (mineral and carbon nutrition), water regime, metabolism of phenolic compounds, natural conditions. This served as the basis for our research to create a complex drug with growth-promoting effect. The object of research was selected mustard seeds "Talisman".

Кричківська Л. В., Бобро М. А., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А.

Keywords: *growth stimulating drugs, hydrated fullerenes, mustard, yeast production waste (strain Saccharomyces cerevisiae)*

THE EFFECT OF TESTOSTERONE ON THE BILE ACID AND BILE LIPID COMPOSITION IN RATSI. S. LUPAINA, <http://orcid.org/0000-0001-6238-2786>A. M. LIASHEVYCH, <http://orcid.org/0000-0002-3939-7493>*Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine*Y. M. RESHETNIK, <http://orcid.org/0000-0002-7821-2025>S. P. VESELSKY, <http://orcid.org/0000-0001-9971-0333>M. Y. MAKARCHUK, <http://orcid.org/0000-0002-0982-3463>*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine**E-mail: chernuhairina17@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.003>

Abstract. *The study of sexual differences in the regulation of exocrine liver function is one of the topical areas in hepatology. After all, the liver serves as a mediator in a number of systemic effects of sex hormones on the body and is a key organ of their metabolism. In particular, the correlation between the concentration of steroid hormones can determine the direction of physiological processes and their possible distortions.*

Methods: physiological, biochemical, methods of mathematical statistics.

Cholesecretion increased in female rats under the influence of testosterone. Testosterone raised the concentration of taurocholic acid and at the end of the acute experiment the level of taurohenodeoxycholic and taurodeoxycholic acids significantly increased. By comparison, the content of glycocholates decreased significantly immediately after the administration of the hormone but at the end of the experiment, the content of glycocholic acid increased significantly. The level of free bile acids increased under the testosterone. Testosterone affected the bile lipid composition, in particular, it raised the concentrations of phospholipids, cholesterol and its ethers, while the content of free fatty acids decreased under the studied hormone.

Testosterone when administered intraperitoneally to female rats significantly affects the concentration of conjugated and free cholates, which may indicate its involvement in metabolic transformations and transport of bile acids to the primary bile ducts. The studied hormone raised the concentration of phospholipids, cholesterol and its ethers, but reduced the content of free fatty acids in the liver secretion of the studied animals.

Key words: *testosterone, bile, bile acids, lipids, liver*

Introduction. Over the past 20 years, there has been a growing tendency of liver diseases in all the world (Feysa S. V., 2016). If chronic cholecystitis was previously considered

to be a common disease of the biliary tract, then in recent decades there has been a steady increase of gallbladder damage, especially in economically developed countries in America and

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макачук М. Ю.

Europe. This happens due to metabolic disorders such as cholesterol cholelithiasis and gallbladder cholesterol (Stinton L. M., Shaffer E. A., 2012; Burmak Y. H., Kharchenko V. V., Yakubovskaya I. A., 2013; Chernukha I. S., Reshetnik E. M., Nuryshchenko N. E. et al., 2017).

It is currently known that there is a correlation between the reproductive and hepatobiliary systems (Kaminskyi V. V., Sumenko V. V., Kolomiichenko T. V. et al., 2016). The liver is involved in the metabolism of a number of hormones, so its chronic diseases may be accompanied by hormonal disorders (Parkhomenko L. K., Budreiko O. A., Strashok L. A. et al., 2018). Hormonal disorders are not only associated with reproductive pathology, but also affect the functions of many organs and organ systems (Kaminskyi V. V., Sumenko V. V., Kolomiichenko T. V. et al., 2016). Thus, the imbalance of sex hormones is associated with the development of insulin resistance and an increased risk of atherosclerosis, diabetes and other metabolic and functional disorders. It has been studied that low testosterone levels are cumulative and independent premonitory symptom of type 2 diabetes in middle-aged men, and deficiency of total and free testosterone is common in diabetics, especially with obesity (Chernukha I. S., Reshetnik E. M., Nuryshchenko N. E. et al., 2017; Boyer J. L., 2013; Kelly D. M., Jones T. H., 2013; Korpachev V. V.,

Melnychenko S. V., Lukashova R. G., 2015). In addition, testosterone may increase the mitogenic activity of hepatocytes (Nucci R. A. B., Teodoro A. C. S., Krause N. W. et al., 2017).

It is well known that non-alcoholic fatty liver disease is more common in men than in women. Presumably sex steroids play a role in its development, as it is common in men with hypogonadism and in postmenopausal women (Mintziori G., Poulakos P., Tsamietis C. et al., 2017). It should be noted that according to clinical studies, cholelithiasis is more common in women than in men. This is due to a physiological increase in estrogen levels, as well as the use of hormonal contraceptives, which lead to increased cholesterol excretion by hepatocytes, bile oversaturation and thus increase the risk of cholesterol gallstones in women (Borovets O., Bened' V., Reshetnik E. et al., 2016).

The correlation of sex hormones and receptors to them differs significantly in the bodies of male and female rats. This specifies the course of physiological and biochemical processes in their bodies, including the reproduction of the digestive system functions. Hence, it is necessary to experimentally study the effect of changes in testosterone levels on one of the leading liver functions in the digestive system, in particular, exocrine, under different ways to increase the level of the studied hormone in experimental animals by means of its exogenous

administration. Thus, the aim of the work is to study the effects of testosterone on the bile acid and lipid composition of rat bile.

Materials and methods. The article deals with the effect of testosterone on the biliary secretory function of the liver of female (0.18-0.23 kg, n = 10) and male rats (0.18-0.23 kg, n = 9). Male and female rats of the same age were used for the experiments. Before surgical intervention, the animals were deprived of food, but they had free access to water. Thiopental sodium (OJSC Kyivmedpreparat, Ukraine) was used to anaesthetise rats during an acute experiment at a dose of 60 mg/kg of animal weight intraperitoneally. Experiments on animals were performed in compliance with the requirements of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals and the Law of Ukraine № 3447 IV "On the Protection of Animals from Cruelty".

The laparotomy was performed in layers by cutting the skin along the white line, subcutaneous tissue and peritoneum. Then, when the hepatoduodenal ligament was found, three ligatures were placed under the bile duct, and then a thin metal probe was inserted into the prepared duct through a small incision in its wall. Using a probe, a hollow plastic cannula was inserted into the bile duct cavity, which was connected to a glass micropipette. This allowed to measure the amount of liver secretion and collect bile over a definite period of time. To maintain a constant

temperature in rats' bodies and to prevent the dissected peritoneum from drying out, the walls of opposite peritoneum were ligated, and a gauze pad, soaked in saline, was applied to the wound surface. It took the animal 20 minutes to stabilize its condition after the operation and only 30 minutes for the bile duct to registration the bile volume after the cannulation. Eighteen 10-minute samples were taken in 3 hours of acute experiment. The first three 10-minute bile samples were taken to determine the individual level of cholesecretion for each animal. Subsequently, the experimental group of animals was administered testosterone propionate (firm "Farmak", Ukraine) intraperitoneally at a dose of 700 µg per kg body weight of rats (with regard to the drug volume – 1 ml / kg), and the control group – saline (1 ml / kg), then the next 5 half-hour bile samples were collected.

The concentrations of bile acids and lipids in half-hour bile samples were determined using thin-layer chromatographic techniques improved in our laboratory (Veselsky SP, Lyashchenko PS, Luk'janenko YA, 1991; Veselsky SP, Lyashchenko PS, Kostenko SI, Horenko ZA, Kurovska LF, 2001). The experimental data were statistically processed using the software package STATISTICA 5.0 with the use of t-Student's criteria in the normal distribution, which was evaluated using the Shapiro-Wilk test. Differences at $P \leq 0.05$ were considered statistically significant.

Results and discussion. Under intraperitoneal administration of testosterone propionate (700 µg / kg) to female rats, a statistically significant

increase in the mean volumetric rate of bile secretion was observed throughout the experiment compared with the control group of animals (Fig. 1).

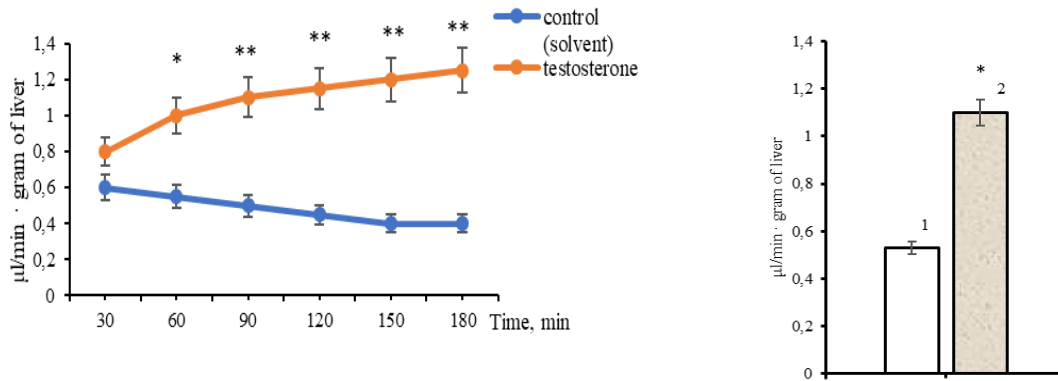


Fig. 1. The rate of bile secretion in female rats at half-hour intervals and the average volume of bile produced under the conditions of the experiment in the control group (1) and after intraperitoneal administration of testosterone propionate (2) (700 µg / kg), (M ± m)

Note: * P < 0.05; ** P < 0.01; 1 - control (solvent) n = 8; 2 - testosterone n = 10

In the second and third half-hour periods of the experiment, the volumetric rate of cholesecretion increased by 57 % (P < 0.05) and 91 % (P < 0.01) compared with the control group. And already in the fourth, fifth and sixth half-hour intervals of the experiment, the average volumetric rate of bile secretion was 14 % (P < 0.01), 30 % (P < 0.01) and 56 % (P < 0.01) greater than in the control group (Fig. 1).

It should be noted that with intraperitoneal administration of

testosterone propionate (700 µg / kg) to male rats, a statistically significant increase in the mean volumetric rate of bile secretion was observed after 1.5 h of acute experiment, namely by 8 % (P < 0.05) compared with the control group. At the end of the experiment, the choleresis of the studied animals was significantly reduced by 7 % (P < 0.05) compared with the control group of animals (Fig. 2).

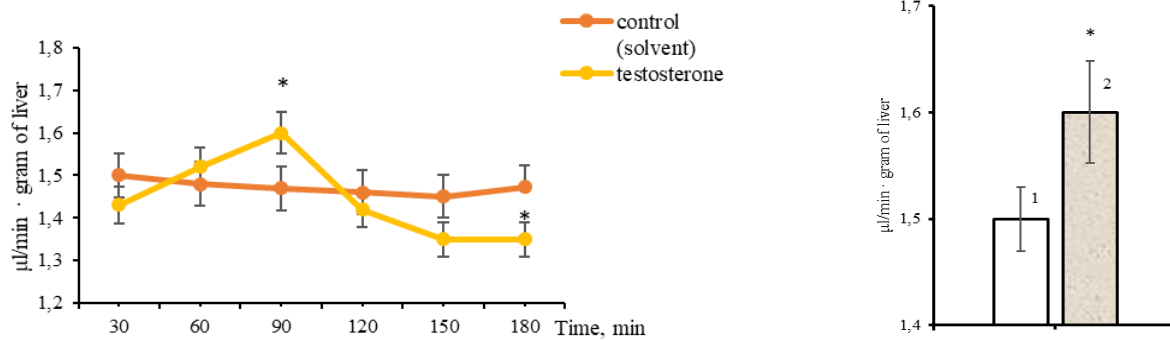


Fig. 2. The rate of bile secretion in male rats at half-hour intervals and the average volume of bile produced under experimental conditions in the control group (1) and after intraperitoneal administration of testosterone propionate (2) (700 µg / kg), (M ± m)

Note: * P < 0.05; 1 - control (solvent) n = 11; 2 - testosterone n = 9

Thus, intraperitoneal administration of exogenous testosterone at a dose of 700 µg / kg body weight of the experimental animal in an acute experiment caused different cholesecretion in male and female rats. During the whole experiment, the amount of bile produced by the rats' liver was 7 % (P < 0.05) in male rats, greater than in the control group (Fig. 2). In female rats, the same dose of exogenous testosterone raised the level of produced bile by 11 % (P < 0.05) compared with the control group (Fig. 1).

Bile secretion is the result of metabolic reactions that take place in liver cells. The leading metabolic processes that provide bile formation are the synthesis and biotransformation of organic components of bile, among which bile acids and lipids have a special place. To maintain the physiological correlation of the main bile components, metabolic and exocrine processes in the liver are subject to complex

neurohumoral regulation with the involvement of a wide range of hormones as regulatory factors (Korpachev V. V., Lukashova R. G., Melnytchenko S. V. et al., 2013; Cai Z., Xi H., Pan Y. et al., 2015).

The correlation of different bile components, in particular different bile acids is extremely important in the pathogenesis of many diseases of the hepatobiliary system. Given the significant gender differences in bile production and bile secretion, it was decided to experimentally reproduce the effect of exogenous testosterone on the bile acid composition of rats' bile. Determination of the content of bile acids and lipids in the bile obtained from animals that were under the influence of testosterone, allows us to establish the metabolic links on which the hormone has its regulatory effect.

It should be noted that a series of experiments were conducted where the same dose of testosterone by different

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетник Є. М., Весельський С. П., Макачук М. Ю.

routes of administration was tested and its effect directly on liver cells and its effect at the systemic level were studied (Chernukha I. S., Reshetnik E. M., Nuryshchenko N. E. et al., 2017; Chernuha I. S., Reshetnik Y. M., Liashevych A. M. et al., 2018).

Intraperitoneal administration of testosterone to female rats on the background of its low endogenous level led to a statistically significant increase in the concentration of taurocholic acid in the third, fourth and fifth samples of bile by 12.1 % (P <0.05), 15.7 % (P <0, 05), 22.8 % (P <0.01) compared with the control indicators (Table 1).

The tested hormone, at the end of the acute experiment, significantly

increased the level of taurochenodeoxycholic and taurodeoxycholic acids by 35.4 % (P <0,01). In contrast, the concentration of glycocholic, glycochenodeoxycholic and glycodeoxycholic acids decreased statistically significantly immediately after administration of the hormone. Glycocholic decreased by 21.8 % (P <0.01) and glycochenodeoxycholic and glycodeoxycholic – by 44.3 % (P <0.01) compared to control group. But, at the end of the experiment, i.e. in the last 30-minute sample of bile, the content of glycocholic acid significantly increased to 28.4 % (P <0,01) compared with the control group of animals (Table 1).

1. Concentration of conjugated bile acids (mg%) in the bile of female rats in the control group (n = 8) and after intraperitoneal administration of testosterone propionate (n = 10) (700 µg / kg), M ± m

Samples of bile	Series of experiments	Fractions of conjugated bile acids			
		taurocholic acid	taurochenodeoxycholic + taurodeoxycholic acid	glycocholic acid	glycochenodeoxycholic + glycodeoxycholic acid
1	control	177.0±17.6	97.7±19.5	91.3±20.2	36.4±5.3
	testosterone	178.0±9.1	86.8±4.3	80.8±12.5	29.8±3.7
Intraperitoneal administration of solvent or testosterone propionate					
2	control	176.6±13.9	98.6±16.3	91.4±17.8	36.1±5.2
	testosterone	191.5±10.6	92.1±8.1	71.5±7.0*	20.1±2.1**
3	control	171.0±13.8	96.1±15.9	89.1±16.9	34.1±5.0
	testosterone	191.7±3.5*	88.8±2.0	72.3±6.7	23.2±6.6*
4	control	167.2±14.0	95.2±14.1	84.6±17.8	32.3±4.5
	testosterone	193.5±12.4*	99.2±4.3	79.2±6.4	27.0±3.3
5	control	162.1±14.1	93.9±15.2	80.1±15.3	29.7±4.4
	testosterone	199.1±18.0**	108.6±3.6	87.5±5.8	28.8±0.4
6	control	158.3±13.6	90.2±14.4	77.7±14.0	27.1±4.2
	testosterone	173.3±13.1	122.2±5.1**	99.9±4.7**	31.0±0.4

Notes: * – P < 0.05; ** – P < 0.01 – statistically significant differences compared with the control group

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макачук М. Ю.

It is to be noted that conjugation ensures the dissolution of cholates, makes them resistant to the formation of calcium salts and reduces the possibility of their penetration through cell membranes. The formation of conjugates is one of the ways of biological transformation and elimination of aggressiveness of endogenous and exogenous substances (Scott KA, Melhorn SJ, Sakai RR, 2012).

Under the influence of testosterone, which was administered intraperitoneally to female rats, the level of free bile acids increased, namely the concentration of cholic acid increased by 40.7% (P <0.01) in the third half-hour

bile sample, in the fourth – 71.3% (P <0.001), the fifth – 41.8% (P <0.01) and the sixth by 32.5% (P <0.01) compared with the control group of animals (Table 2).

The concentration of the following unconjugated bile acids also increased: chenodeoxycholic and deoxycholic. Their level increased at the beginning of the acute experiment by 40.2% (P <0.01), and at the end – 74.7% (P <0.001) compared with the control group of animals (Table 2). Changes in the concentration of the above-mentioned bile acids in the bile may indicate the process of their synthesis from cholesterol.

2. The concentration of free bile acids (mg%) in the bile of female rats in the control group (n = 8) and after intraperitoneal administration of testosterone propionate (n = 10) (700 µg / kg), M ± m

Samples of bile	Series of experiments	Fractions of free bile acids	
		cholic acid	chenodeoxycholic + deoxycholic acid
1	control	16.8±3.7	8.2±1.9
	testosterone	19.3±3.0	9.0±1.0
Intraperitoneal administration of solvent or testosterone propionate			
2	control	16.2±3.1	7.7±1.0
	testosterone	17.5±2.7	10.8±1.8**
3	control	15.2±3.0	7.8±1.1
	testosterone	21.3±2.9**	10.0±1.7*
4	control	14.3±2.6	7.6±0.9
	testosterone	24.5±3.7***	11.2±2.0**
5	control	15.2±2.7	7.5±1.0
	testosterone	21.6±1.7**	13.1±2.5**
6	control	15.3±2.7	7.9±1.3
	testosterone	20.3±1.8**	12.9±2.7**

Notes: * – P < 0.05; ** – P < 0.01; *** – P <0.001 – statistically significant differences compared with the control group

The effect of testosterone on the bile acid composition of the bile of

female rats is of great importance, because our research has shown that

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макачук М. Ю.

exogenous testosterone alters the composition of hepatic secretion with minimal levels of endogenous testosterone. It is known that bile acids are highly active biological compounds that play a role in the functioning of the digestive system and the body as a whole.

Since the use of testosterone, significant changes in the concentrations of different physicochemical properties of bile acids in the bile of female rats were found, significant effects of this hormone on the secretion of bile lipids by the rats' liver should be expected. Such lipid compounds as phospholipids, triglycerides, cholesterol, free fatty acids

are released from hepatocytes into the primary bile ducts together with bile acids, which is one of the important links in lipid metabolism (Chernukha I. S., Reshetnik E. M., Nuryshchenko N. E. et al., 2017).

In female rats injected with testosterone propionate (700 µg/kg) intraperitoneally, the most significant increase in phospholipids was observed in the fourth (13.7 % (P <0.05)), fifth (22.4 % (P <0, 01) and the sixth samples (30.5 % (P <0,001)) of bile compared with the control group, i.e. after 2-2.5 hours after tested hormone was injected (Table 3).

3. The concentration of lipids (mg%) in the bile of female rats in the control group (n = 8) and after intraperitoneal administration of testosterone propionate (n = 10) (700 µg / kg), M ± m

Samples of bile	Series of experiments	Fractions bile lipids				
		Phospholipids	Cholesterol	Free fatty acids,	Triglycerides	Ethers cholesterol
1	control	70.62 ± 7.66	24.34 ± 3.85	16.73 ± 1.92	3.38 ± 0.66	3.92 ± 0.37
	testosterone	74.08 ± 8.44	28.22 ± 4.74	15.25 ± 0.64	2.42 ± 0.30	4.81 ± 0.98
Intraperitoneal administration of solvent or testosterone propionate						
2	control	71.16 ± 5.47	23.48 ± 3.56	17.42 ± 2.84	3.36 ± 0.91	3.06 ± 0.43
	testosterone	76.12 ± 8.08	28.07 ± 4.75	17.93 ± 2.00	2.50 ± 0.52	6.41 ± 0.84***
3	control	71.54 ± 2.65	23.74 ± 2.31	18.12 ± 2.38	3.08 ± 0.77	3.12 ± 0.15
	testosterone	79.26 ± 9.15	25.34 ± 2.02	19.49 ± 2.10	2.67 ± 0.56	6.75 ± 0.80***
4	control	72.70 ± 1.58	23.70 ± 1.78	18.42 ± 1.85	2.98 ± 0.63	3.04 ± 0.21
	testosterone	82.83 ± 8.96*	26.00 ± 1.97	15.70 ± 1.56*	2.55 ± 0.37	6.72 ± 0.33***
5	control	74.32 ± 3.44	24.02 ± 1.69	17.86 ± 1.42	2.84 ± 0.71	2.90 ± 0.19
	testosterone	91.01 ± 8.31**	27.40 ± 1.82**	15.01 ± 1.58**	2.29 ± 0.33	6.38 ± 0.19***
6	control	73.86 ± 4.80	23.92 ± 1.41	18.26 ± 1.80	2.80 ± 0.81	2.58 ± 0.18
	testosterone	96.38 ± 9.10***	28.63 ± 2.65**	13.22 ± 0.86***	2.11 ± 0.37	6.15 ± 0.16***

Notes: * – P < 0.05; ** – P < 0.01; *** – P <0.001 – statistically significant differences compared with the control group

As a result, our studies show that testosterone in female rats increases the

concentration of free bile acids and phospholipids, and from this it can be

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макачук М. Ю.

assumed that the studied hormone reduces the possibility of cholesterol precipitation.

Cholesterol concentration increased significantly at the end of the acute experiment, namely in the fifth sample of bile by 12.5 % ($P < 0.01$), in the sixth by 20.8 % ($P < 0.01$) compared with the control group of animals. Under the action of testosterone in females the content of free fatty acids statistically significantly decreased in the fourth bile sample by 14.8 % ($P < 0.05$), in the fifth – 15.9 % ($P < 0.01$) and the sixth – 27.6 % ($P < 0.001$) compared with the control group of animals. And the esterified form of cholesterol increased statistically significantly under the action of testosterone throughout the acute experiment, compared with control values. Immediately after administration of the hormone, the concentration of cholesterol ethers increased by 9.5 % ($P < 0.001$), in the next half hour by 16 % ($P < 0.001$), an hour later by 21 % ($P < 0.001$), in the penultimate sample of bile by 20 % ($P < 0.001$), and in the latter by 38 % ($P < 0.001$) compared with the control group of animals (Table 3). In human bile, cholesterol is in a solubilized state, which is facilitated by bile acids (cholic, deoxycholic and chenodeoxycholic acids), as well as phospholipids, which form special complexes with cholesterol, called micelles. In the case of a decrease in the

References

1. Feysa, S.V. (2016). Patolohiia shchyttopodibnoi zalozy ta nealkoholna zhyrova khvoroba pechinky [Thyroid pathologies and

concentration of these components in the bile, conditions are created for the precipitation of cholesterol and its crystallization (Moroz O. F., Veselsky S. P., Lyashchenko T. P. et al., 2009).

Thus, from the obtained results it follows that testosterone intraperitoneally acts in different ways on lipid synthesis in female rats. This, in turn, is mostly due to the peculiarities of the biotransformation of the hormone in tissues and in the liver as a whole and the density of testosterone receptors in the body of the studied animals.

Conclusions

Testosterone propionate when administered intraperitoneally to female rats significantly affects the concentration of conjugated and free cholates, which may indicate its involvement in metabolic transformations and transport of bile acids to the primary bile ducts. The tested hormone increased the concentration of phospholipids, cholesterol and its ethers, but reduced the content of free fatty acids in the liver secretion of the experimental animals. Due to the widespread use of testosterone propionate and its effects on the bile acid and lipid composition of bile in female rats, it is advisable to study its effect under intraperitoneal administration on exocrine function of male rats.

non-alcoholic fatty liver disease]. Ukraina. Zdorovia natsii. Vol. 1-2 (37-38). 198-202 (in Ukrainian).

2. Stinton, L.M. & Shaffer, E.A. (2012). Epidemiology of Gallbladder Disease: Cholelithiasis and Cancer. *Gut Liver*. Vol. 6(2). 172-187. doi: 10.5009/gnl.2012.6.2.172
3. Burmak, Y.H., Kharchenko, V.V. & Yakubovskaya, I.A. (2013). Kholesteroz zhovchnoho mikhura: etiologhiia, patohenez, osoblyvosti perebihu [Gallbladder cholesterosis: etiology, pathogenesis, particular qualities]. *Problemy ekolohichnoi ta medychnoi henetyky i klinichnoi imunolohii*. Vol. 1. 255-264 (in Ukrainian).
4. Chernukha, I.S., Reshetnik, E.M., Nuryshchenko, N.E. & et al. (2017). Vplyv testosteronu na spivvidnoshennia u zhovchi metabolitiv zhovchnokyslotnoho ta lipidnoho obminiv u riznostatevykh shchuriv [Testosterone influence on the bile acids and lipids metabolites ratio in the bile in male and female rats]. *Chasopys «Fitoterapiia»*. Vol. 2. 26-31 (in Ukrainian).
5. Kaminskyi, V.V., Sumenko, V.V., Kolomiichenko, T.V. & et al. (2016). Hormonalnyi homeostaz zhinok iz bezpliddiam ta funktsionalnymy porushenniamy hepatobiliarnoi systemy [Hormonal homeostasis in women with infertility and functional disorders of hepatobiliary system]. *Reproduktyvna endokrynolohiia*. Vol. 5(31). 8-11 (in Ukrainian).
6. Parkhomenko, L.K., Budreiko, O.A., Strashok, L.A. & et al. (2018). Stan hepatobiliarnoi systemy u khloptsiv z hipoandroheniieiu [State of the hepatobiliary system in boys with hypoandrogenism]. *Suchasna hastroenterolohiia*. Vol. 5(103). 19-24 (in Ukrainian). doi: 10.3978/MG-2018-5-19
7. Boyer, J.L. (2013). Bile formation and secretion. *Comprehensive Physiology*. Vol. 3(3). 1035-1078. doi: 10.1002/cphy.c120027
8. Kelly, D.M. & Jones, T.H. (2013). Testosterone: a metabolic hormone in health and disease. *J. Endocrinol.* Vol. 3(217). 25-45. doi: 10.1530/JOE-12-0455
9. Korpachev, V.V., Melnychenko, S.V. & Lukashova, R.G. (2015). Asotsiatsiia alelnykh variantiv hena retseptora androheniv (za kilkistiu CAG-povtoriv) z androhenzalezhnymy hormonalno-metabolichnymy pokaznykamy orhanizmu liudyny [Association of allele variants of receptor gene of androgens (by the number of CAG-repeats) with androgen dependent hormonal metabolic indices of the organism]. *Ukr. Biochem. J.* Vol. 2(87). 26-40 (in Ukrainian).
10. Nucci, R.A.B., Teodoro, A.C.S., Krause, N.W. & et al. (2017). Effects of testosterone administration on liver structure and function in aging rats. *Aging Male*. Vol. 20(2). 134-137. doi: 10.1080/13685538.2017.1284779
11. Mintziori, G., Poulakos, P., Tsametis, C. & et al. (2017). Hypogonadism and non-alcoholic fatty liver disease. *Minerva Endocrinol.* Vol. 42(2). 145-150. doi: 10.23736/S0391-1977.16.02570-0.
12. Borovets, O., Bened', V., Reshetnik, E. & et al. (2016). Zhovchnosekretorna funktsiia pechinky samok shchuriv v umovakh blokady estrohenovykh retseptoriv tamoksyfenom [Bile Secretion Liver Function in the Female Rats at Estrogen Receptor Tamoxifen Blockade Conditions]. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. Vol. 7. 194-199 (in Ukrainian).
13. Veselsky, S.P., Lyashchenko, P.S. & Luk'janenko, Y.A. (1991). Sposob opredeleniya zhelchnyykh kyslot v byologicheskyykh zhydkostyakh [A method of determining bile acids in biological fluids]. *Avtorskoe Svydetel'stvo №1624322*. Publ. 30.01.1991, Bul. N 4 (in Ukrainian).
14. Pat. 99031324 UA, MBN A61V5/14. Sposib pidhotovky prob bioridyn dlia vyznachennia vmistu rehovyn lipidnoi pryrody [Method of preparation of samples of bioridines to determine the content of substances of lipid nature] / Veselsky, S.P., Lyashchenko, P.S., Kostenko, S.I., Horenko, Z.A., Kurovska, L.F. Publ. 15.02.2001, Bul. N 1 (in Ukrainian).
15. Korpachev, V.V., Lukashova, R.G., Melnytchenko, S.V. & et al. (2013). Henetychna variatyvnist za kilkistiu CAG-povtoriv u heni androhenovoho retseptora cholovikiv, khvorykh na tsukrovyyi diabet 2 typu, zalezho vid rivnia insulinemii [Genetic variability of CAG-repeats in androgen receptor gene in males with type 2 diabetes depending on different insulinemia levels]. *Endokrynologia*. Vol. 18(3). 20-27 (in Ukrainian).

Луцаїна І. С., Ляшевич А. М., Решетнік Є. М., Весельський С. П., Макаруч М. Ю.

16. Cai, Z., Xi, H., Pan, Y. & et al. (2015). Effect of testosterone deficiency on cholesterol metabolism in pigs fed a high-fat and high-cholesterol diet. *Lipids Health Dis.* Vol. 31. 123-456. doi: 10.1186/s12944-015-0014-5

17. Chernuha, I.S., Reshetnik, Y.M., Liashevych, A.M. & et al. (2018). Bile acids from bile of rats of different sexes under testosterone. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* Vol. 9(3). 396-400 (in Ukrainian). doi: 10.15421/021859

18. Scott, K.A., Melhorn, S.J. & Sakai, R.R. (2012) Effects of Chronic Social Stress on Obesity. *Curr Obes Rep.* Vol. 1(1). 16-25. doi: 10.1007/s13679-011-0006-3

19. Moroz, O.F., Veselsky, S.P., Lyashchenko, T.P. & et al. (2009). Zminy spivvidnoshennia lipidnykh komponentiv zhovchi shchuriv pry zastosuvanni neuropeptydu bombezynu [Changes of lipid components ratio in the rat bile after applying bombesin neuropeptide]. *Ukr. Biochem. J.* Vol. 81(1). 52-58 (in Ukrainian).

ВПЛИВ ТЕСТОСТЕРОНУ НА ЖОВЧНОКИСЛОТНИЙ І ЛІПІДНИЙ СКЛАД ЖОВЧІ ЩУРІВ

І. С. Луцаїна, А. М. Ляшевич, Є. М. Решетнік,
С. П. Весельський, М. Ю. Макаруч

Анотація. Дослідження статевих відмінностей у регуляції зовнішньосекреторної функції печінки розглядається як один із актуальних напрямків у гепатології. Адже печінка відіграє роль посередника в ряді системних впливів статевих гормонів на організм і є ключовим органом їх метаболізму. Зокрема, співвідношення між концентрацією стероїдних гормонів може визначати направленість фізіологічних процесів та можливі їх порушення.

Методи: фізіологічні, біохімічні, методи математичної статистики.

Під впливом тестостерону підвищувалася холесекреція у самиць щурів. Тестостерон збільшував концентрацію таурохолевої кислоти і наприкінці гострого досліду, істотно підвищив рівень таурохенодезоксихолевої і тауродезоксихолевої кислот. Натомість, вміст глікохолатів відразу після введення гормону суттєво зменшувалася, але, наприкінці експерименту, вміст глікохолевої кислоти істотно підвищувався. При дії тестостерону збільшувався рівень вільних жовчних кислот. Тестостерон вплинув на ліпідний склад жовчі, зокрема підвищував концентрації фосфоліпідів, холестеролу та його етерів, а вміст вільних жирних кислот зменшувався під впливом досліджуваного гормону.

Тестостерон за внутрішньоочеревного введення самицям щурів істотно впливає на концентрацію кон'югованих і вільних холатів, що може свідчити про його участь у метаболічних перетвореннях і транспорті жовчних кислот до первинних жовчних каналців. Досліджуваний гормон зумовив підвищення концентрації фосфоліпідів, холестеролу та його етерів, але знижував вміст вільних жирних кислот у печінковому секреті досліджуваних тварин.

Ключові слова: тестостерон, жовч, жовчні кислоти, ліпіди, печінка

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

УДК 602.6:633.1(4)

ГМ-ЛІНІЇ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДОЗВОЛЕНІ ДО ВИКОРИСТАННЯ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

Т. А. ТКАЧЕНКО, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

В. В. ЦЕДИК, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

В. І.КОРНІЄНКО, доктор біологічних наук, директор

В. Д. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, доцент

В. В. ТКАЧЕНКО, кандидат ветеринарних наук, доцент

Л. М. ШИНКАРЕНКО, молодший науковий співробітник

Я. А. ІЩЕНКО, студентка

Л. М. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, старший науковий
співробітник

Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tttkach82@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.004>

***Анотація.** Розвиток біотехнологічної галузі у сфері ГМО вимагає від держав прийняття конкретних рішень щодо регулювання поширення генетично модифікованих культур. В Європейському Союзі усі лінії ГМ-рослин, що перебувають в обігу, підлягають обов'язковій реєстрації, що забезпечує регулювання розміщення на ринку та обігу генетично модифікованої сировини, харчових продуктів і кормів. У статті наведено систематизовані дані щодо реєстрації генетично модифікованих ліній сої, кукурудзи та ріпаку в Європейському Союзі. Встановлено, що більшість ліній вказаних культур мають вбудований ген, який надає їм ознаку толерантності до гербіцидів різних груп. В реєстр Європейського Союзу на даний момент включено 12 ліній сої, 5 ліній кукурудзи, 3 лінії ріпаку стійких до гербіцидів. Показано, що значна кількість зареєстрованих ГМ-рослин мають поєднання кількох ознак, зокрема, толерантність до гербіцидів і стійкість до певних шкідників або покращення споживчих характеристик. Серед них 1 лінія сої, 9 ліній кукурудзи та 1 лінія ріпаку. У реєстрі генетично модифікованих рослин на даний момент усі трансформаційні події мають дозвіл для використання у продуктах харчування і харчових інгредієнтах, кормах та інших продуктах. Єдина лінія кукурудзи, а саме Mon 810, що була дозволена для вирощування, на момент проведення аналізу перебувають на етапі поновлення дозволу.*

***Ключові слова:** генетично модифіковані рослини, лінії, реєстр ЄС*

Актуальність. Зростання урбанізації, засолення та деградація об'ємів виробництва біопалива та земель, зміна клімату, обмеження сировини, збільшення темпів водних ресурсів на фоні підвищення

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

кількості населення зумовлюють постійне зростання світового попиту на сільськогосподарські зернові культури та вимагають постійного вдосконалення технологій вирощування з метою забезпечення стабільно високого врожаю. Нині таке складне завдання у найкоротші строки можливо розв'язати за рахунок біотехнологічних рішень шляхом оптимізації генетичних характеристик вирощуваних культур у поєднанні з якісними змінами в управлінні сільськогосподарською системою. Вищезазначені фактори є визначальним аргументом для використання генетично модифікованих рослин [1, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Перші трансгенні рослини були отримані за допомогою технологій рекомбінантної ДНК у 1982 році ученими з Інституту рослинництва в Кельні (Німеччина) та компанією Monsanto (США), тому терміни їх промислового вирощування не такі значні. За цей період навколо вирощування ГМ-рослин виникло багато суперечок. Противники ГМО вказують на низку ризиків щодо вирощування таких рослин та споживання продукції, виготовленої з них. Основні з них, які активно досліджуються і обговорюються, це вплив на здоров'я людини і тварин (алергенність, токсичність, розвиток стійкості до антибіотиків, віддалені канцерогенні та мутагенні ефекти), агротехнічні

ризиками (зменшення сортів рослин, термінаторні технології), екологічні (втрата біорізноманіття, неконтрольоване горизонтальне перенесення конструкцій, адаптація комах до трансгенних токсинів, поява нових штамів фітовірусів) тощо. Особливу роль у формуванні негативного ставлення суспільства до ГМО відіграє така відома суспільна організація як *Greenpeace*, яка постійно проводить акції проти їх використання. Саме тому в своїх думках стосовно генетично модифікованої продукції суспільство розділене на два діаметрально протилежних полюси, що і зумовлює різні підходи країн світу до контролю поширення та споживання трансгенних рослин [1, 3, 5, 8].

Європейський Союз та Сполучені Штати Америки мають суттєво різну регуляцію механізмів затвердження, реалізації, імпорту та маркування ГМО. На думку деяких аналітиків, така ситуація зумовлена різним ступенем довіри споживачів до регулюючих органів, стратегією, якою керуються біотехнологічні корпорації, впливом громадських організацій та обсягами імпорту зерна на світові ринки [1, 5].

У США ключовим щодо ГМО є принцип суттєвої еквівалентності, який базується на тому, що продукти і корми, виготовлені з використанням ГМ-компонентів, за належної подібності до звичайних аналогів, яка встановлюється шляхом дослідження

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

однотипних факторів ризику, притаманних аналогу та оцінюваному ГМ організму (токсичність, алергенність, потенціал нанесення шкоди тощо), не потребують експертизи щодо біологічної безпеки та можуть вважатися безпечними для продовольства [3, 4].

У той же час Європейський Союз дотримується принципу запобігання ризиків, в якому враховуються навіть потенційно можливі ризики. У ЄС до генетично модифікованих організмів ставляться як до результату, який виник в процесі спеціального виробництва, що потребує особливої системи правил поводження. Щодо вирощування ГМ-рослин, це питання є в компетенції урядів кожної країни-члена ЄС. Разом з тим використання ГМО для переробки в продукти харчування і корми потребує відповідної реєстрації. На ринку ЄС можуть розміщуватись лише ті ГМО, які пройшли досить складну і кропітку процедуру затвердження (дозволу) за участі всіх країн, які є членами ЄС, оскільки в подальшому цей дозвіл є загальним для їх ринків [5, 8].

Метою роботи було проаналізувати дані європейського реєстру генетично модифікованих культур та систематизувати ці дані стосовно основних зернових культур.

Матеріали та методи дослідження. У роботі було використано методи наукового аналізу, узагальнення та порівняння даних офіційного сайту Європейської комісії [6] та Міжнародної служби із впровадження сільськогосподарських розробок [7].

Результати дослідження та їх обговорення. У цілому під час створення ГМ-рослин превалюючими бажаними ознаками є толерантність до гербіцидів, покращення споживчих властивостей та технічних характеристик культур, стійкість до абіотичних чинників, шкідників, вірусів та грибків. Окрім того, в переліку дозволених трансгенних культур є гібриди, які поєднують основні характеристики ліній, з яких вони отримані.

Аналіз реєстру ГМ-рослин, які дозволені до використання в Європейському Союзі, свідчить, що більшість ліній зареєстрованих культур містять привнесені гени, які надають їм стійкості до гербіцидів, як правило, до гліфосату та глюфосинату амонію, ізоксафлутолу, 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти, арилоксифеноксипропіонату, дикамби та гербіцидів інгібуючих р-гідроксифенілпіруват-діоксигеназу, ALS (ацетолактатсинтазу). Аналіз даних таблиці 1 показав, що в ЄС зареєстровано 12 ліній сої, 5 ліній кукурудзи, 3 лінії ріпаку стійких до гербіцидів.

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

1. Генетично модифіковані лінії сільськогосподарських культур з ознакою толерантності до гербіцидів, які дозволені до використання у країнах Європи

Росли	ГМ-лінія	Компанія-виробник	Ознака трансгенів
Соя	GTS 40-3-2*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	A2704-12*	Bayer Crop Science	Стійкість до основи глюфосинату амонію
	Mon 89788*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	MON87705*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	DP356043*	Pioneer	Стійкість до гліфосаду стійкість до гербіцидів, які інгібують ALS (ацетолактатсинтази)
	A5547-127*	BASF	Стійкість до глюфосинату амонію
	FG 72*	Bayer	Толерантність до гербіцидів ізоксафлутолу Толерантність до гербіцидів гліфосату
	SYНТОН2*	Syngenta	Толерантність до гербіцидів, інгібуючих р-гідроксифенілпіруват-діоксигеназу (HPPD) Толерантність до гербіцидів на основі глюфосинату-амонію
	DAS-44406-6*	Dow AgroSciences	Толерантність до гербіцидів на основі гліфосату Толерантність до гербіцидів 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-D) та інших споріднених фенокси-гербіцидів Толерантність до глюфосинату амонію
	DAS-68416-4*	Dow AgroSciences	Толерантність до гербіцидів 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-D) та інших споріднених фенокси-гербіцидів Толерантність до глюфосинату амонію
	Mon 87708*	Monsanto	Толерантність до гербіцидів на основі дикамби (диетилетаноламінна сіль)
	BPS-CV127-9*	BASF	Толерантність до імідазолінонових гербіцидів
Кукурудза	MZHG0JG*	Syngenta	Стійкість до гліфосату і глюфосинату амонію
	DAS-40278-9*	Pioneer and Dow AgroSciences	Стійкість до 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-D) та гербіцидів арилоксифеноксипропіонату
	GA 21*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	NK 603*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	T 25*	Bayer CropScience	Стійкість до глюфосинату амонію
Ріпак	GT 73*	Monsanto	Стійкість до гліфосату
	T 45*	Bayer CropScience	Стійкість до глюфосинату амонію
	TOPAS 19/2 *	Bayer CropScience	Стійкість до глюфосинату амонію

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М., Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

Примітка: * - Дозвіл на використання: Продукти харчування та харчові інгредієнти, корми та інші продукти (крім вищезазначених), що містять, складаються з або виробляються з ГМО, зазначених у графі 1

Варто зазначити, що в Європейському реєстрі генетично модифікованих рослин ми не знайшли жодної лінії, дозволеної до вирощування, а лише дозволені для використання у продуктах харчування та харчових інгредієнтах, кормах та інших продуктах (крім вищезазначених), що містять, складаються або виробляються з ГМО. Єдина ГМ-лінія рослин, насіння для вирощування якої було дозволене в ЄС, кукурудза Mon 810, станом на сьогодні перебуває на етапі поновлення дозволу.

Загалом під час створення рослин, стійких до гербіцидів, використовуються два основні методи. В основі першого – введення гену, що кодує синтез додаткових кількостей чутливого до гербіциду білку, що забезпечує функціонування

останнього навіть в присутності гербіциду. Зокрема, цим методом створені рослини, стійкі до гліфосату – діючої речовини відомого гербіциду Раундап®. Другий метод ґрунтується на введенні гену, який кодує синтез специфічного ензиму, здатного каталізувати розщеплення діючої речовини конкретного гербіциду [3].

Менш затребуваними є лінії рослин із покращеними технологічними і споживчими властивостями. У європейському реєстрі зареєстровано дві лінії кукурудзи (містять ген, що кодує стійкість до посухи та ген збільшення біомаси) та одна лінія сої (містить ген, що кодує перетворення лінолевої кислоти в α -ліноленову кислоту з подальшим перетворенням у стеаринову кислоту) (табл.2.).

2. Генетично модифіковані лінії сільськогосподарських культур з покращеними технологічними і споживчими властивостями, які дозволені до використання у країнах Європи

Рослина	ГМ-лінія	Компанія-виробник	Ознака трансгенів
Кукурудза	MON 87403-1*	Monsanto	Збільшення біомаси кукурудзи на ранній фазі розмноження
	MON 87460*	Monsanto	Стійкість до стресових умов (посуха)
Соя	MON 87769*	Monsanto	Ген Pj.D6D та ген Nc.Fad3 кодуєть ензими метаболічного шляху жирних кислот, що призводить до накопичення стеаринової кислоти

Примітка: * - Дозвіл на використання: Продукти харчування та харчові інгредієнти, корми та інші продукти (крім вищезазначених), що містять, складаються з або виробляються з ГМО, зазначених у графі 1

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

Також одні із пріоритетних ліній генетично модифікованих рослин є ті, що мають привнесені гени, які кодують певні інсектицидні токсини, які забезпечують стійкість рослини до певного ряду комах. Так в європейському реєстрі на даний момент зареєстрована одна лінія сої MON 87751, що містить ген стійкості до шкідників ряду Lepidoptera, та 6 ліній кукурудзи з стійкістю до шкідників ряду Lepidoptera та Coleoptera (табл. 3).

3. Генетично модифіковані лінії сільськогосподарських культур з ознакою стійкості до комах-шкідників, які дозволені до використання у країнах Європи

Рослина	ГМ-лінія	Компанія-виробник	Ознака трансгенів
Соя	MON 87751*	Monsanto	Стійкість до шкідників ряду Lepidoptera (лускокрилі)
Кукурудза	MON 89034*	Bayer	Стійкість до комах ряду Lepidoptera
	MIR 604*	Syngenta	Стійкість до деяких шкідників ряду Coleoptera (твердокрилі), зокрема кореневих черв'яків кукурудзи
	MIR 162*	Syngenta	Стійкість до шкідників ряду Lepidoptera
	MON 810*	Monsanto	Стійкість до шкідників ряду Lepidoptera
	MON 863*	Monsanto	Стійкість до шкідників ряду Coleoptera
	SYN 5307*	Syngenta	Стійкість до шкідників ряду Coleoptera

Примітка: *- Дозвіл на використання: Продукти харчування та харчові інгредієнти, корми та інші продукти (крім вищезазначених), що містять, складаються з або виробляються з ГМО, зазначених у графі 1

Значна кількість зареєстрованих ГМ-рослин мають кілька привнесених генів, а відповідно і нових ознак. Так у європейському реєстрі дозволених для переробки у

корми і продукти харчування ГМ-рослин з поєднаними ознаками є 1 лінія сої, 9 ліній кукурудзи та 1 лінія ріпаку (таблиця 4).

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М.,
Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

4. Генетично модифіковані лінії сільськогосподарських культур з поєднанням кількох ознак, які дозволені до використання у країнах Європи

Рослина	ГМ-лінія	Компанія-виробник	Ознака трансгенів
Соя	DP 305423-1	Pioneer	Покращення споживчих властивостей (збільшення олеїнової кислоти та відновлення лінолевої кислоти) Толерантність до гербіцидів, що інгібують ацетолактатсинтазу
Кукурудза	TC 1507	Dow AgroScience	Стійкість до гербіцидів Стійкість до комах
	DP 4114-3	Pioneer	Стійкість до шкідників ряду Lepidoptera, Coleoptera Толерантність до гербіцидів на основі глюфосинату амонію
	MON 87411-9	Monsanto	Стійкість до гліфосату Стійкість до кукурудзяного хробака
	MON 87427	Monsanto	Стійкість до гліфосату Контроль запилення
	MON 88017	Bayer	Стійкість до гліфосату Стійкість до злакових кореневих черв'яків
	DAS 59122-7	Pioneer and Dow AgroSciences	Стійкість до глюфосинату амонію Стійкість до злакових кореневих черв'яків
	Bt 176	Syngenta	Стійкість до шкідників ряду Lepidoptera Толерантність до гербіцидів на основі глюфосинату (фосфінотрицин)
	Bt 11	Syngenta	Стійкість до деяких шкідників ряду Lepidoptera Толерантність до гербіцидів на основі глюфосинату
	DAS 1507	Pioneer and Dow AgroSciences	Стійкість до глюфосинату амонію Стійкість до деяких комах
Ріпак	MS8xRF3	Bayer CropScience	Чоловіча стерильність Стійкість до глюфосинату амонію

Примітка: *- Дозвіл на використання: Продукти харчування та харчові інгредієнти, корми та інші продукти (крім вищезазначених), що містять, складаються з або виробляються з ГМО, зазначених у графі 1

Як свідчать дані таблиці 4. переважна більшість ліній кукурудзи, за виключенням MON 87427, поєднують у собі такі основні ознаки як толерантність до гербіцидів та стійкість до комах-шкідників. Тоді як соя DP305423 має ген, що кодує накопичення олеїнової кислоти в

зерні та толерантність до гербіцидів, що інгібують ацетолактатсинтазу, а ріпак MS8xRF3 - такі набуті ознаки як чоловіча стерильність та стійкість до глюфосинату амонію.

Висновки і перспективи. Отже, база даних зареєстрованих генетично модифікованих рослин у ЄС є досить

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М., Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

суттєвою, на відміну від реєстру України, який на даний момент не містить жодної зареєстрованої лінії. Варто зазначити, що у попередніх своїх дослідженнях [2] під час аналізу зразків ГМО зерна та насіння нами було ідентифіковано лінії кукурудзи NK 603, Mon 863, Mon 810, ріпаку - GT 73 та сої - GTS 40-3-2 (Monsanto), тобто ці лінії періодично трапляються в обігу в Україні, хоча не внесені до реєстру ГМО. Водночас варто зазначити, що всі ці трансформаційні події дозволені до використання в ЄС,

а саме можуть входити до складу продуктів харчування, харчових інгредієнтів, кормів та інших продуктів (крім вищезазначених), що містять, складаються з або виробляються з ГМО. Саме тому, доцільним питанням регуляції обігу ГМО в Україні є розгляд можливості спрощеної реєстрації ГМ-культур, які пройшли процедуру реєстрації в ЄС, що, імовірно, зменшило б тіньовий обіг цих культур, про що свідчить низка незалежних досліджень.

Список використаних джерел

1. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Генно-модифіковані організми: за і проти: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 128с.

2. Детекція генетично модифікованих рослин у продукції агропромислового комплексу / Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. та ін. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 3(85).

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.012>

3. Ермишин, А. П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность. Минск : Беларус. на- вука, 2013. 171 с. ISBN 978-985-08-1592-7.

4. Криницька О.О., Ткачук Т.І. Оцінка впливу використання генетично модифікованої продукції на стан продовольчої безпеки. *Економіка харчової промисловості*. 2019. Т.11, Вип.2. С. 13-19. doi: 10.15673/fie.v11i2.1390.

5. Eriksson D (2018) Recovering the Original Intentions of Risk Assessment and Management of Genetically Modified Organisms in the European Union. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 6:52. doi: 10.3389/fbioe.2018.00052

6. European Union Reference Laboratory for Genetically Modified Food and Feed (EURL GMFF) at: <https://gmo->

crl.jrc.ec.europa.eu/method-validations

7. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) at: <https://www.isaaa.org/>

8. The analysis of food samples for the presence of Genetically Modified Organisms. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020 <https://publications.jrc.ec.europa.eu/JRC120237>

References

1. Birta H.O., Burhu Yu.H. (2017). Henno-modyfikovani orhanizmy: za i proty [Genetically modified organisms: pros and cons] Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 128.

2. Plotnitska, A. V., Tkachenko, T .A., Kalakailo, L I., Ischenko, V. D., Tkachenko, V. V., Ishchenko Ya.A., Ushkalov V. O., Ischenko L. M. (2020). Detektsiia henetychno modyfikovanykh roslyn u produktsii ahropromyslovoho kompleksu [Detection of genetically modified plants in the agricultural products]. Scientific reports of NULES of Ukraine. 3(85). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.012>

3. Ermishin, A. P. (2013). Geneticheski modifitsirovanyie organizmyi i biobezopasnost [Genetically modified organisms and biosafety]. Minsk: Belarus. navuka, 171 s.

4. Krynytska, O.O., Tkachuk, T.I.

Ткаченко Т. А., Цедик В. В., Корнієнко В. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Шинкаренко Л. М., Іщенко Я. А., Іщенко Л. М.

(2019). Otsinka vplyvu vykorystannia henetychno modyfikovanoi produktsii na stan prodovolchoi bezpeky [Assessment of the inflow of vicoristannya genetically modified products to the food safety mill]. Food Industry Economics, 11, (2). 13-19. doi: 10.15673/fie.v11i2.1390.

5. Eriksson, D. (2018). Recovering the Original Intentions of Risk Assessment and Management of Genetically Modified Organisms in the European Union. Front. Bioeng. Biotechnol. 6:52. doi: 10.3389/fbioe.2018.00052

6. European Union Reference

Laboratory for Genetically Modified Food and Feed (EURL GMFF) at: <https://gmocrl.jrc.ec.europa.eu/method-validations>

7. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) at: <https://www.isaaa.org/>

8. The analysis of food samples for the presence of Genetically Modified Organisms. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020 <https://publications.jrc.ec.europa.eu/JRC120237>

ГМ-ЛИНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ

Т.А. Ткаченко, В.В. Цедик, В.И. Корниенко, В.Д. Ищенко, В.В. Ткаченко, Л.Н. Шинкаренко, Я.А. Ищенко, Л.М. Ищенко,

***Аннотация.** Развитие биотехнологической отрасли в сфере ГМО требует от государств принятия конкретных решений по регулированию распространения генетически модифицированных культур. В Европейском Союзе все линии ГМ-растений, находящихся в обращении, подлежат обязательной регистрации, что обеспечивает регулирование размещения на рынке и оборота генетически модифицированного сырья, пищевых продуктов и кормов. В статье приведены систематизированные данные о регистрации генетически модифицированных линий сои, кукурузы и рапса в Европейском Союзе. Установлено, что большинство линий указанных культур имеют встроенный ген, который придает им толерантность к гербицидам различных групп. В реестр Европейского Союза на данный момент включены 12 линий сои, 5 линий кукурузы, 3 линии рапса устойчивых к гербицидам. Показано, что значительное количество зарегистрированных ГМ-растений имеют сочетание нескольких признаков, в частности толерантность к гербицидам и устойчивость к определенным вредителям или улучшение потребительских характеристик. Среди них 1 линия сои, 9 линий кукурузы и 1 линия рапса. В реестре генетически модифицированных растений на данный момент все трансформационные события имеют разрешение для использования в продуктах питания и пищевых ингредиентах, кормах и других продуктах. Единственная линия кукурузы, а именно Mon 810, которая была разрешена для выращивания в Европейском Союзе, на момент проведения анализа находится на этапе обновления разрешения.*

Ключевые слова: генетически модифицированные растения, линии, реестр ЕС.

ANALYSIS OF GM CROPS ALLOWED FOR USING IN THE EUROPEAN UNION**T. Tkachenko, V. Tsedyk, V. Kornienko, V. Ischenko, V. Tkachenko,
L. Shynkarenko, Ya. Ishchenko, L. Ischenko**

Abstract. *The development of biotechnology in the field of GMOs requires states to take specific decisions to regulate the spread of genetically modified crops. In the European Union all GM crops that circulation are subject to mandatory registration, which regulates the placing on the market and circulation of genetically modified raw materials, food and feed. The article presents systematized data about the registration of genetically modified soybean, maize and rapeseed in the European Union. It was established that most of the GM crops have introduced genes that give them tolerance to herbicides of different groups. The register of the European Union currently includes 12 events of soybean (GTS 40-3-2, A2704-12, Mon 89788, MON87705, DP 356043, A5547-127, FG 72, SYHTOH 2, DAS-44406-6, DAS-68416- 4, Mon 87708, BPS-CV127-9), 5 events of maize (MZHG0JG, DAS-40278-9, GA 21, NK 603, T 25), 3 events of rapeseed (GT 73, T45, TOPAS 19/2) with tolerance to herbicides. It has been shown that a significant number of registered GM plants have a combination of several events, including tolerance to herbicides and resistance to certain insects or improving quality features of crops. Among them are one event of soybean (DP305423-1), 9 events of maize (TC 1507, DP 4114-3, MON 87411-9, MON 87427, MON 88017, DAS59122-7, Bt 176, Bt 11, DAS 1507) and one event of rapeseed (MS8xRF3). Many GM crops (one event of soybean and 6 events of maize) have introduced genes that determine the plant's tolerance to insects. Only a tiny amount of GM crops are being with altered consumer or technological qualities.*

In the register of genetically modified crops, all events of GM crops are currently authorized for usage for food, supplements, feed and other product. A single event of maize (Mon 810), that was allowed for cultivation at the time of this analysis was at the stage of renewal of the permit.

Keywords: *Genetically modified plant's, events, register of the European Union*

Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.

УДК 631.528.6, 575.224.46.

ЦИТОГЕНЕТИЧНА МІНЛИВІСТЬ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ЗА ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ**О. О. ІЖБОЛДІН**, старший викладач кафедри рослинництва,<https://orcid.org/0000-0002-8076-7206>*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

E-mail: izhboldin.o.o@gmail.com

Т. Ю. ЛИХОЛАТ, доцент кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології,<https://orcid.org/0000-0002-5076-0572>*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

E-mail: lyktata89@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.005>

Анотація. Метою наших досліджень було виявити особливості дії широкого спектру доз гамма-променів у сортів пшениці озимої на рівні хромосомного апарату клітини. У дослідях використовувалося насіння сортів пшениці озимої місцевої селекції Співанка та Комерційна, опромінені гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль – сухе насіння.

На основі даних цитологічного аналізу досліджені частоти і спектри хромосомних аберацій після впливу гамма-променів. Враховувалася загальна кількість мітозів (у відповідній фазі), знайдене у препаратах (20 - 25 препаратів по кожному варіанту), кількість клітин із хромосомними порушеннями та відсоток таких клітин (від кількості мітотичних), частоти типів хромосомних аберацій (від загального числа клітин з перебудовами). Вибірка становила приблизно 500 - 1000 клітин за кожним дослідженим варіантом.

Сорту Співанка суттєво менш стабільний щодо сорту Комерційна на цитогенетичному рівні, але з відсутністю суттєвих відмінностей під час взаємодії в системі генотип-мутаген для гамма-променів. Кількість хромосомних перебудов лінійно зростає за дії гамма-променів до 200 Гр., де починається суттєве падіння зі стабілізацією на нижчому рівні при дозах 250 - 300 Гр. Виявлено, що доза мутагену є суттєво більш значимим чинником. Значимими параметрами мінливості є загальна частота хромосомних аберацій, частота мостів, частота комплексних перебудов. Співвідношення фрагментів до мостів стандартне для гамма-променів. Передбачено приблизно однаковий рівень мінливості в наступних покоління для обох сортів, але спрогнозовано більші відмінності в мінливості за застосування хімічних мутагенів та можливість відмінностей за спектром змін у наступних поколіннях уже для гамма-променів.

Ключові слова: озима пшениця, гамма-промені, хромосомні аберації

Актуальність. Крім вивчення активності певних чинників наслідків на рівні організму під час використовують зміни на рівні оцінювання ефективності мутагенної хромосомного апарату клітини.

Цитогенетичні дослідження є невід'ємною частиною дослідів у першому поколінні рослин, які отримали мутагенну дію [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наслідки хромосомних порушень настільки ж різноманітні, як різноманітні причини, які їх спричинюють. Це можуть бути як наслідки дії канцерогенних речовин, так і спонтанні порушення під час онтогенезу. У поєднанні з генними мутаціями (хоча тільки починаємо розуміти природу їх взаємозв'язку) вони є основними причинами всіх генетичних та еволюційних змін. У широкому сенсі, хромосомні порушення стали інструментом, можливо найбільш точним, для ідентифікації як окремих хромосом, так і генів, клітинного ядра, його складових [3].

Хромосомні аберації вже досить довго загально визнані як основний біомаркер прояви характеру впливу різних мутагенів (іонізуючого випромінювання та гентоксичних речовин) на живий організм на клітинному рівні. Численні структурні аберації особливо впливають на ріст і розвиток рослин. Рівень спонтанних хромосомних аберацій для будь-якого живої істоти досягає 0,6% в середньому. Хромосомний аналіз спонтанних аберацій показує, що майже в 50 відсотках випадків абортів зародків обумовлена саме ними. Багато спадкових хвороб

безпосередньо асоційовані з ланками хромосом, що характеризуються високою ймовірністю виникнення таких змін. Сучасні дослідження показують високий рівень зв'язку між частотою спонтанних хромосомних аберацій в популяції та рівнем мутабільності. Ці спостереження підкреслюють важливість розуміння механізмів, задіяних у виникненні хромосомних аберацій [4, 5].

Зміни структури і кількості хромосом можуть бути викликані як зовнішніми, так і внутрішніми чинниками. Хромосомні зміни, що ведуть до мутацій, були вперше описані на прикладі роду *Oenothera* Гуго де Фрізом [9]. Подальші дослідження деяких видів рослин показали, що ці зміни є складним комплексом транслокацій. Але ще раніше дослідження інших об'єктів довели, що інші типи змін (зокрема, парацентричні інверсії) досить часто більш ймовірні причини мутацій, ніж нечисленні транслокації [3]. Вже на ранніх етапах досліджень стало ясно, що хромосомні аберації грають істотну роль в еволюції живих організмів. Дослідження хромосом кукурудзи в пахітені дозволило встановити, що спонтанний характер мають такі типи перебудов як делеції, дуплікації, інверсії і транслокації (тобто спонтанні мутації можуть мати будь-який характер) [6-7].

Два явища безпосередньо пов'язані з індукцією хромосомних аберацій - так звана адаптивна

Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.

відповідь і нестабільність геному. Адаптивна відповідь вперше була продемонстрована на прикладі мутацій у бактерій [8], пізніше те саме явище було ідентифіковано й в інших об'єктів [10]. Особливо воно характерне для радіаційного мутагенезу. Хоча є гіпотези про механізмів цього явища, остаточного обґрунтування цього ефекту немає [1]. Щодо нестабільності геному, то спостерігається явище прямо пов'язане з характером генотипу конкретної особи, очевидно з наявністю мутабельних локусів. Механізм явища не зовсім зрозумілий, оскільки він не пояснюється жодним базовими принципами радіобіології, такими як залежність від дози, типу елементарних частинок або залежності частоти від дози [3].

Рослини як об'єкт такого типу досліджень, на відміну від інших модельних об'єктів, дають можливість досліджувати типи і частоти хромосомних перебудов безпосередньо при першому мітотичному поділі після опромінення. Вважається, що основними чинниками, що впливають на залежність реакції від дії мутагену, є різниця в генотипі вихідної форми, розміри хромосом, активність систем репарації і тривалість мітотичного циклу.

Мета. Виявити особливості дії широкого спектру доз гамма-

променів у сортів пшениці озимої на рівні хромосомного апарату клітини.

Методи. У дослідках використовувалося насіння сортів пшениці озимої місцевої селекції Співанка та Комерційна, опромінені гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухе насіння. Дози гамма-променів загальноживані [10].

Опромінення сухого насіння здійснювали на гамма-установці центра з ядерних досліджень та тренувань відділу експериментального мутагенезу ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Сейберсдорф), гамма-променями радіоактивного ізотопу Co_{60} , потужність установки 0,048 Гр/с. Насіння отримано на кафедрі селекції і насінництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Після обробки мутагенами насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому дистильованою водою фільтрувальному папері в термостаті за температури +25 °С [9].

Потім центральні корінці довжиною 0,8-1,0 см фіксували у фіксаторі Кларка, який складається з 3 частин 96 % спирту і 1 частини оцтової кислоти, упродовж 24 годин. Фіксований матеріал зберігали в 70 % спирті при температурі +2 °С у холодильнику. За кожним варіантом фіксувалося 25-30 корінців. Цитологічні аналізи виконували на тимчасових давлених препаратах,

пофарбованих ацетокарміном. Проводили мацерацію тканин 45 % розчином оцтової кислоти. Препарати готували згідно з методикою [5]. Решту корінців зберігали в 70 % спирті в холодильнику.

Хромосомні перебудови можна вивчати в анафазі або метафазі мітозу. Анафазний метод випереджає метафазний своєю простотою виконання та можливістю обробити більшу кількість матеріалу. При цьому отримуємо дані про інтенсивність мутаційного процесу й частково про характер виникаючих хромосомних мутацій. За допомогою цього методу фіксували поодинокі й парні фрагменти, хромосомні мости, мікроядра та відстаючі хромосоми [10].

Препарати, збільшені в 600 разів, розглядали у світловий мікроскоп Micromed XS-3330 з камерою 5М. Вибірка становила приблизно 500 - 1000 клітин за кожним дослідженим варіантом.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом t-критерію (достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Стюдента), факторного аналізу. Використовували стандартний пакет програми Statistic 6.0 [5].

Результати. На основі даних цитологічного аналізу досліджені частоти і спектри хромосомних аберацій після впливу гамма-променів. Враховувалася загальна кількість мітозів (у відповідній фазі), знайдене в препаратах (20 - 25 препаратів по кожному варіанту), кількість клітин із хромосомними порушеннями та відсоток таких клітин (від кількості мітотичних), частоти типів хромосомних аберацій (від загального числа клітин із перебудовами).

Параметри цитогенетичної активності у проростках зародкових корінців насіння у поколінні M₁ наведені в таблиці 1.

1. Частота хромосомних перебудов за дії гамма-променів

Варіант	Мітозів	Всього аберацій		Мітозів	Всього аберацій	
		шт.	%		шт.	%
	Співанка			Комерційна		
Контроль	1011	17	1,7±0,3	1022	8	0,8 ±0,5
Гамма-промені, 100 Гр	1028	69	6,7±1,1*	1018	79	7,8 ±0,9*
Гамма-промені, 150 Гр	1003	144	14,4±1,4*	1043	126	12,1±1,1*
Гамма-промені, 200 Гр	978	245	25,1±1,3*	1001	233	23,3±0,8*
Гамма-промені, 250 Гр	611	117	19,2±1,2*	643	121	18,8±1,2*
Гамма-промені, 300 Гр	501	98	19,6±1,4	562	108	19,2±0,9

* - різниця статистично достовірна при P_{0.05}

Як ми бачимо, навіть у контролі відбуваються хромосомні перебудови (на рівні 1 -2 відсотків, у сорту

Комерційна майже вдвічі нижче у контролі, різниця між сортами статистично достовірної, що свідчить

Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.

про більшу генетичну стабільність другого сорту). Це є звичайним природним процесом, пов'язаним як зі життєдіяльністю клітини, так і дією чинників зовнішнього середовища, але її суттєвим впливом мутабільності відповідного генотипу.

Частота аберацій поступово лінійно зростала при дозах 100 - 150 Гр для обох сортів. Максимального значення частота хромосомних перебудов досягала при дозі 200 Гр (23 - 25%) з подальшим достовірним зниженням за дозі 250 Гр до стабільного рівня в 19 % за доз 250 - 300 Гр, відмінності між якими були несуттєві.

Генотипи істотно не розрізнялися за дії даного діапазону

доз (як у контролі), число хромосомних аберацій у сорту Комерційна було трохи вище за дози 100 Гр, ніж у сорту Співанка, однак нижче за доз 150 і 200 Гр. За більш високих доз відмінності були зовсім несуттєві.

Іншу картину ми знаходимо за розгляду спектру аберацій (таблиці 2 та 3 відповідно для Співанки та Комерційної). Так, виявлено такі типи одинарні і множинні фрагменти, хроматидні і хромосомні мости, мікроядра, що відстають хромосоми. Окремо виділені клітини зі множинними перебудовами, розраховане відношення фрагментів до мостів.

2. Спектр хромосомних аберацій у сорту Співанка

Варіант	фрагменти (одинарні +подвійні)		мости + (хромосомні + хроматидні)		Фрагменти / мости	інші (мікроядра, відстаючі хромосоми)		дві і більш	
	шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Контроль, вода	6	35,3	7	41,2	0,9	2	11,8	2	11,8
гамма-промені, 100 Гр.	13	18,8	39	56,5	0,3	8	11,6	9	13,0
гамма-промені, 150 Гр.	30	20,8	78	54,2	0,4	14	9,7	22	15,3
гамма-промені, 200 Гр.	71	29,0	114	46,5	0,6	18	7,4	42	17,1
гамма-промені, 250 Гр.	25	21,4	41	35,0	0,6	19	16,2	32	27,4
гамма-промені, 300 Гр.	23	23,5	39	39,8	0,6	12	12,2	24	24,5

Можна зробити висновок, що для обох сортів характерна перевага

хромосомних перебудов по типу «міст» над фрагментами, що є більш

актуальними для дії хімічних речовин. Переважна кількість перебудов припадає саме на мости та фрагменти, кількість інших аберацій суттєво нижча, хоча теж лінійно зростає зі зростанням дози.

На відміну від інших типів перебудов, частка комплексних продовжує зростати при високих дозах (250 та 300 Гр.), що свідчить про більш комплексний характер їх дії.

3. Спектр хромосомних аберацій у сорту Комерційна

Варіант	фрагменти (одинарні + подвійні)		мости + (хромосомні + хроматидні)		Фрагменти / мости	інші (мікроядра, відстаючі хромосоми)		дві і більш	
	шт.	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Контроль	5	29,4	3	17,7	1,7	0	0,0	0	0,0
гамма-промені, 100 Гр.	15	21,7	50	72,5	0,3	6	8,7	8	11,6
гамма-промені, 150 Гр.	43	29,9	57	39,6	0,8	9	6,3	17	11,8
гамма-промені, 200 Гр.	62	25,3	126	51,4	0,5	14	5,7	31	12,7
гамма-промені, 250 Гр.	38	32,5	46	39,3	0,8	12	10,3	25	21,4
гамма-промені, 300 Гр.	34	34,7	42	42,9	0,8	11	11,2	21	21,4

В обох сортів за дії всіх доз гамма-променів співвідношення фрагментів до мостів нижче одиниці (тобто на користь мостів), однак для сорту комерційна характерно менш значуще переважання мостів, особливо по досягненню доз у 250-300 Гр. Також для цього сорту характерна наявність меншого числа мікроядер і відстаючих хромосом, значимо меншої кількості клітин із комплексними (множинними) аберацією.

За результатами дискримінантного аналізу (таблиця 4) встановлено значимість окремих показників аналізу хромосомних перебудов – показники загальної частоти перебудов, наявності мостів і фрагментів завжди у моделі, для обох сортів в моделі також показник кількості клітин зі множинними абераціями (тобто вони теж відносяться в динаміці до тих, що лінійно зростають із підвищенням дози гамма-променів).

4. Результати дискримінантного аналізу за даними частоти та спектра хромосомних перебудов

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,11)	p-level
Загальна частота перебудов	0,61	10,19	0,00
Фрагменти (одинарні + подвійні)	0,17	4,13	0,02
Мости (хромосомні + хроматидні)	0,46	9,01	0,01
Мікроядра, відстаючі хромосоми	0,10	1,72	0,29
Комплексні перебудови	0,20	4,82	0,03

За результатами двофакторного аналізу по схемі дисперсійного (табл. 4) доведено, що спостерігався вплив чинника «доза мутагену» на параметр загальною частоти хромосомних перебудов в обох сортів. Він був основним у диференціації за ступенем цього параметру. Чинник «генотип» суттєво не вплинув на частоту хромосомних аберацій (значення критерію Фішера значно менше за критичне).

Отже, за загальною частотою аберацій під час взаємодії за схемою

генотип вихідною форми – доза мутагену (гамма-променів) сортової реакції не виявлено (вона виявлена лише в контролі). Таким чином, ми можемо передбачати відносно однакову частоту мутацій у наступних поколіннях за цими об'єктами, але, можливі часткові відмінності у спектрі мутацій. Можливо, ефект взаємодії буде значними за дії генотоксичних хімічних речовин.

5. Результати дисперсійного аналізу за даними частоти хромосомних перебудов

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	F _{критичне}
Доза мутагену	56227,75	5	11245,55	154,58	0,01	5,050329
Генотип	18,75	1	18,75	0,2578	0,633	6,607891
Похибка	363,75	5	72,75			
Всього	56610,25	11				

Факторний аналіз (таблиця 6) показав відсутність відмінностей у реакції генотипу, крім як за загальною частотою аберацій, проте значуще впливу показника «доза» (для

параметрів загальна частота аберацій – що вже показав дисперсійний аналіз, наявність мостів, комплексні перебудови).

6. Результати факторного аналізу (varimax raw)

Параметр	Генотип сорту	Доза
Загальна частота перебудов	0.898911	-0.924453
Фрагменти (одинарні +подвійні)	0.237643	0.276589
Мости (хромосомні + хроматидні)	0.176456	0.875987
Мікроядра, відстаючі хромосоми	0.176586	0.167489
Комплексні перебудови	0.119872	0.783988
Загальна дисперсія	2.398789	2.897587
Доля загальної дисперсії	0.897087	1.398079

Отже, доведено на прикладі двох сортів, що частота хромосомних аберацій залежить від дози в діапазоні помірних доз, водночас відмінності по реакції генотипу несуттєві, гамма-промені як і в попередніх дослідженнях [5, 6] більш індукують мости, ніж фрагменти. Відмінності в генотипах проявляються по співвідношенню фрагментів і мостів, наявності клітин із комплексними аберацією при високих дозах.

Висновки і перспективи.

Можна зробити висновок, про суттєву меншу стабільність сорту Співанка щодо сорту Комерційна на цитогенетичному рівні, але з відсутністю суттєвих відмінностей за взаємодії в системі генотип-мутаген для гамма-променів. Кількість хромосомних перебудов лінійно зростає за дії гамма-променів до 200 Гр., де починається суттєве падіння зі стабілізацією на нижчому рівні при дозах 250 - 300 Гр. Виявлено, що доза гамма-променів є суттєво більш значимим (а переважно й єдиним

значимим) чинником для показників цитогенетичної мінливості для цього набору сортів. Значимими параметрами мінливості на рівні клітинного апарату є загальна частота хромосомних аберацій, частота мостів, частота комплексних перебудов. Співвідношення фрагментів до мостів відповідає стандартним закономірностям, що властиві для гамма-променів. Наведені дані свідчать про приблизно однаковий рівень мінливості в наступних поколіннях для обох сортів, але суттєво вищий рівень хромосомних перебудов у контролі дозволяє сподіватися на більші відмінності в мінливості за застосування хімічних мутагенів та можливість часткових відмінностей для обробленого матеріалу за спектром змін в наступних поколіннях уже для гамма-променів (за рахунок різниці в наявності та рівні мінливості для мутабельних локусів між двома генотипами).

Список використаних джерел

1. Khursheed, S., Laskar, R.A., Raina, A., Amin R. & Khan R.. (2015). Comparative analysis of cytological abnormalities induced in

Vicia faba L. genotypes using physical and chemical mutagenesis. *Chromosomal Science*, 18, 47-51.

Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/scr/18/3-4/18_47/_article/-char/ja/

2. Nazarenko M. (2016) Characteristics of action of nitrosoalkylureas on cell level in winter wheat. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 24(2), 258–263. doi:10.15421/011632

3. Nazarenko M.M. & O. O. Izhboldin (2017) Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells. *Biosystems Diversity*. 25(1). 25–28. doi: 10.15421/011704

4. Nurmansyah, S., Alghamdi, S., Hussein, M., & Farooq, M. (2018). Morphological and chromosomal abnormalities in gamma radiation-induced mutagenized faba bean genotypes. *International Journal Radiation Biology*, 94(2). 174-185. doi: <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1409913>

5. Nwakanma, N.M.C. & B.E. Okoli. (2010). Cytological effects of the root extracts of *Boerhaavia diffusa* on root tips of *Crinum jagus*. *Eurasia Journal Bioscience*, 4: 105-111. doi: 10.5053/ejobios.2010.4.0.13

6. Oney-Birol, S. & Balkan, A. (2019). Detection of Cytogenetic and Genotoxic Effects Of Gamma Radiation on M1 Generation of Three Varieties of *Triticum aestivum* L., *Pakistan Journal of Botany*, 51(3), 887–894. doi: 10.30848/PJB2019-3(48)

7. Shu, Q.Y., Forster, B.P. & Nakagava, H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.

8. Spencer-Lopes, M.M., Forster, B.P. Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

9. Reisz, J.A., N. Bansal, J. Qian, W. Zhao & C.M. Furdui. (2014). Effects of ionizing radiation on biological molecules—mechanisms of damage and emerging methods of detection. *Antioxid Redox Signal*, 11, 260-292. doi: 10.1089/ars.2013.5489

10. Verma, R.C. & M.A. Khah. (2016). Assessment of gamma rays induced cytotoxicity in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cytologia*, 81(1), 41-45. doi: 10.1508/cytologia.81.41

References

1. Khursheed, S., Laskar, R.A., Raina, A., Amin R. & Khan R.. (2015). Comparative analysis of cytological abnormalities induced in *Vicia faba* L. genotypes using physical and chemical mutagenesis. *Chromosomal Science*, 18, 47-51.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/scr/18/3-4/18_47/_article/-char/ja/

2. Nazarenko M. (2016) Characteristics of action of nitrosoalkylureas on cell level in winter wheat. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 24(2), 258–263. doi:10.15421/011632

3. Nazarenko M.M. & O. O. Izhboldin (2017) Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells. *Biosystems Diversity*. 25(1). 25–28. doi: 10.15421/011704

4. Nurmansyah, S., Alghamdi, S., Hussein, M., & Farooq, M. (2018). Morphological and chromosomal abnormalities in gamma radiation-induced mutagenized faba bean genotypes. *International Journal Radiation Biology*, 94(2). 174-185. doi: <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1409913>

5. Nwakanma, N.M.C. & B.E. Okoli. (2010). Cytological effects of the root extracts of *Boerhaavia diffusa* on root tips of *Crinum jagus*. *Eurasia Journal Bioscience*, 4: 105-111. doi: 10.5053/ejobios.2010.4.0.13

6. Oney-Birol, S. & Balkan, A. (2019). Detection of Cytogenetic and Genotoxic Effects Of Gamma Radiation on M1 Generation of Three Varieties of *Triticum aestivum* L., *Pakistan Journal of Botany*, 51(3), 887–894. doi: 10.30848/PJB2019-3(48)

7. Shu, Q.Y., Forster, B.P. & Nakagava, H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.

8. Spencer-Lopes, M.M., Forster, B.P. Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

9. Reisz, J.A., N. Bansal, J. Qian, W. Zhao & C.M. Furdui. (2014). Effects of ionizing radiation on biological molecules—mechanisms of damage and emerging methods of detection. *Antioxid Redox Signal*, 11, 260-292. doi: 10.1089/ars.2013.5489

10. Verma, R.C. & M.A. Khah. (2016). Assessment of gamma rays induced cytotoxicity in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cytologia*, 81(1), 41-45. doi: 10.1508/cytologia.81.41

CYTOGENETIC VARIABILITY OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) UNDER GAMMA-RAYS ACTION

O. O. Izhboldin, T. Yu. Lykholat

Abstract. *The aim of our research was to identify the specificity of the action of a wide range of doses of gamma rays in winter wheat varieties at the level of the cell chromosomal apparatus. The experiments used seeds of winter wheat varieties of local selection Spivanka and Commerciyna, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy. Control was dry seeds.*

Based on the data of cytological analysis, the frequencies and spectra of chromosomal aberrations after exposure to gamma rays were studied. The total number of mitoses (in the corresponding phase) found in the preparations (20 - 25 preparations for each variant), the number of cells with chromosomal abnormalities and the percentage of such cells (from the number of mitotic), the frequency of chromosomal aberrations (from the total number of cells with rearrangements). The sample was approximately 500 - 1000 cells for each study variant.

The variety Spivanka is significantly less stable with respect to the variety Commerciyna at the cytogenetic level, but with no significant differences in the interaction in the genotype-mutagen system for gamma rays. The number of chromosomal rearrangements increases linearly under the action of gamma rays up to 200 Gy, where a significant drop begins with stabilization at a lower level at doses of 250 - 300 Gy. The dose of mutagen was found as more significant factor. Significant parameters of variability were the total frequency of chromosomal aberrations, the frequency of bridges and the frequency of complex rearrangements. The ratio of fragments to bridges is standard for gamma rays. Approximately the same level of variability in subsequent generations will be assumed for both varieties, but greater differences in variability in case of the use of chemical mutagens and the possibility of differences in the spectrum of changes in subsequent generations for gamma rays was predicted.

Key words: *winter wheat, gamma rays, depression, chromosomal aberrations*

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ У ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ПРИ ДЕЙСТВИИ ГАММА-ЛУЧЕЙ

О. О. Ижболдин, Т. Ю. Лихолат

Аннотация. *Целью наших исследований было выявить особенности действия широкого спектра доз гамма-лучей у сортов пшеницы озимой на уровне хромосомного аппарата клетки. В опытах использовались семена сортов пшеницы озимой местной селекции Спиванка и Комерцийна, облученные гамма-лучами в дозе 100, 150, 200, 250, 300 гр. Контроль - сухие семена. На основе данных цитологического анализа исследованы частоты и спектры*

Іжболдін О. О., Лихолат Т. Ю.

хромосомных aberrаций после воздействия гамма-лучей. Учитывалась общее количество митозов (в соответствующей фазе), найденное в препаратах (20 - 25 препаратов по каждому варианту), количество клеток с хромосомными нарушениями и процент таких клеток (от количества митотических), частоты типов хромосомных aberrаций (от общего числа клеток с перестройками). Выборка составила примерно 500 - 1000 клеток с каждым исследованным вариантом. Сорта Спиванка существенно менее стабилен относительно сорта Комерційна на цитогенетическом уровне, но с отсутствием существенных различий при взаимодействии в системе генотип-мутаген для гамма-лучей. Количество хромосомных перестроек линейно возрастает при воздействии гамма-лучей до 200 гр., где начинается существенное падение со стабилизацией на более низком уровне при дозах 250 - 300 гр. Выявлено, что доза мутагена существенно более значимый фактор. Значимыми параметрами изменчивости были общая частота хромосомных aberrаций, частота мостов, частота комплексных перестроек. Соотношение фрагментов к мостам стандартное для гамма-лучей. Предвиден примерно одинаковый уровень изменчивости в следующих поколения для обоих сортов, но спрогнозированы большие различия в изменчивости при применении химических мутагенов и возможность различий по спектру изменений в последующих поколениях уже для гамма-лучей.

Ключевые слова: *пшеница озимая, гамма-лучи, хромосомные aberrации*

**СТАН ГУМУСУ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ
ВИЛУГУВАНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ****В. В. ІВАНІНА**, доктор сільськогосподарських наук**Р. М. ШАПОВАЛЕНКО**, аспірант*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

E-mail: v_ivanina@meta.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.006>

Анотація. Метою дослідження є вивчення стану гумусу та поживного режиму чорнозему вилугуваного за застосування традиційної та альтернативної систем удобрення буряків цукрових. Під час досліджень використовували польовий, лабораторний та аналітичний методи. Внесення соломи стабілізувало вміст гумусу у верхньому 0-30 см шарі чорнозему вилугуваного, збільшивши його вміст порівнюючи з варіантами без соломи на 0,08-0,12 %. Найвищого абсолютного вмісту гумусу в шарі 0-30 см досягали за внесення 5 т/га соломи + $N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$ – 3,00 % з перевагою до контролю без добрив на 0,13 %. Поєднане застосування мінеральних добрив і соломи забезпечило умови сприятливого мінерального живлення буряків цукрових на початку вегетації та стабільність їх росту й розвитку впродовж вегетаційного періоду. Вміст нітратного азоту в шарі 0-30 см ґрунті за внесення 5 т/га соломи + $N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$ становив 23,2 мг/кг, амонійного – 14,4, рухомого фосфору – 96, рухомого калію – 109 з перевагою до контролю без добрив відповідно на 5,2, 3,5, 7,0 та 12 мг/кг ґрунту. Вивчення впливу альтернативних органо-мінеральних систем удобрення на параметри родючості ґрунту є основою для розробки сталих систем удобрення буряків цукрових в умовах кліматичних змін.

Ключові слова: чорнозем вилугуваний, гумус, елементи живлення, добрива

Буряки цукрові є досить вибагливі до умов мінерального живлення й потребують органо-мінеральної системи удобрення [1]. Проте, незначне виробництво гною в Україні в останні десятиліття, яке не перевищує 1 т на гектар ріллі [2], унеможливило вирощування буряків цукрових на фоні гною і спричинило проблему пошуку альтернативних органо-мінеральних систем удобрення [3]. Найпростішим і найдешевшим способом покращення

умов вирощування та мінерального живлення буряків цукрових є заорювання на добриво соломи пшениці озимої [4], [5]. Пшениця озима – це культура, яка традиційно є попередником буряків цукрових, а тому зазначений агрохімічний захід не потребує додаткових витрат і дає змогу поповнити ґрунт мінеральними елементами та органічною речовиною, яка вкрай необхідна для збереження родючості ґрунту та

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

покращення умов вирощування сільськогосподарських культур [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні дослідження свідчать, що заорювання на добриво соломи пшениці озимої покращує структуру ґрунту, сприяє збереженню продуктивної вологи у ґрунті, покращує умови водного й поживного режиму, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин та їх кінцеву продуктивність [7], [8], [9].

За умов глобального потепління застосування на добриво побічної продукції є заходом, що формує сталі основи виробництва сільськогосподарської продукції [5], [10]. Деякі вчені вважають, що ефективність зазначеного агрохімічного заходу залежить від вуглецево-азотного співвідношення, оптимальна величина якого для органічних решток має становити 20-24:1 [11], а тому на практиці заорювання на добриво соломи пшениці озимої потребує внесення 10 кг азоту мінеральних добрив на 1 тону соломи [12].

І хоча використання на добриво соломи визнається науковою спільнотою, як необхідний і ефективний захід, проте даних щодо впливу альтернативного удобрення на поживний режим ґрунту сьогодні є недостатньо.

Мета дослідження – вивчити вплив систем удобрення на основі соломи на вміст органічної речовини та поживний режим чорнозему

вилугуваного.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2017-2019 років у тимчасовому польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції. Площа посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне послідовне, повторність чотириразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0-30 см) шару: гідролітична кислотність за Каппеном – 1,71-1,80 смоль/кг ґрунту, загальний вміст гумусу за Тюрнімом – 3,6-3,8 %, рухомого фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 153-170 та 64-78 мг/кг ґрунту, лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 110-115 мг/кг ґрунту.

У досліді вирощували гібрид буряків цукрових Ромул. Гібрид посухостійкий, формує потужний листовий апарат. Солому в дозі 5 т/га поєднано з компенсаційною дозою азоту N₅₀ заробляли у 0-10 см шар ґрунту дисковими боронами на початку серпня. Мінеральні добрива вносили під оранку в дозі N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀. Форми мінеральних добрив: амонійна селітра, суперфосфат простий гранульований та калій хлористий.

Загальний вміст гумусу у ґрунті визначали за Тюрнімом згідно з ДСТУ 4289:2004, амонійний і нітратний азот

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

– згідно з ДСТУ 4729:2007, рухомий фосфор та калій – за Чиріковим згідно з ДСТУ 4115-2002.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження показали, що застосування добрив в агроценозі буряків цукрових істотно покращило стан гумусу та поживний режим чорнозему вилугуваного. Внесення 5 т/га соломи поєднано з компенсаційною дозою азоту (N_{50}) збільшило вміст гумусу в орному 0-30 см шарі на початок вегетації порівнюючи з контролем без добрив на 0,09 % за абсолютного показника 2,96 %. Додаткове внесення по органічному фону $N_{100}P_{100}K_{100}$ підвищило вміст гумусу до 3,00 % з перевагою до контролю без добрив 0,13 %. Суто мінеральна система удобрення ($N_{100}P_{100}K_{100}$) не мала впливу на стан гумусу ґрунту, стабілізуючи його вміст на рівні контролю без добрив – 2,90 % (табл. 1).

Упродовж вегетації вміст гумусу в орному 0-30 см шарі відзначався стабільністю, водночас внесення соломи збільшило вміст гумусу на 0,08-0,12% порівняно з варіантами де вона не застосовувалась. Найвищого абсолютного вмісту гумусу в шарі 0-30 см досягали за внесення 5 т/га соломи + N_{50} + $N_{100}P_{100}K_{100}$ з показником на завершення вегетації – 2,99 %, що перевищило контроль без добрив на 0,12 %. У підорному 30-40 см шарі вміст гумусу практично не залежав від застосування добрив, зберігаючи стабільність упродовж вегетації. Це дає підстави вважати, що поєднане застосування соломи пшениці озимої й мінеральних добрив стабілізує органічну речовину верхнього орного шару чорнозему вилугуваного, формуючи кращі умови для оструктурення ґрунту, накопичення та збереження ґрунтової вологи.

1. Динаміка гумусу в чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, середнє 2017-2019, %

№ вар.	Фон (фактор А)	Добрива (фактор Б)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0-30	30-40	0-30	30-40
1	Без добрив	Без добрив	2,87	2,73	2,87	2,73
2		$N_{100}P_{100}K_{100}$	2,90	2,73	2,87	2,74
3	5 т/га соломи + N_{50}	Без добрив	2,96	2,74	2,95	2,74
4		$N_{100}P_{100}K_{100}$	3,00	2,77	2,99	2,75
НІР ₀₅ (фактор А)			0,11	0,09	0,11	0,10
НІР ₀₅ (фактор Б)			0,08	0,07	0,07	0,06
НІР ₀₅ (фактор А+Б)			0,17	0,14	0,16	0,15

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

Застосування добрив позитивно позначилось на формуванні поживного режиму чорнозему вилугуваного. Вміст нітратного азоту у ґрунті переважно залежав від внесення мінеральних добрив. Внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ окремо та на фоні 5 т/га соломи підвищило вміст нітратного азоту в орному 0-30 см шарі на початок вегетації порівняно з контролем без добрив на 4,2-5,2 мг/кг за абсолютних показників 22,2 та 23,2

мг/кг ґрунту, відповідно. У підорному 30-40 см шарі мінеральні добрива підвищили вміст нітратного азоту на початок вегетації порівняно з контролем без добрив на 3,9-4,0 мг/кг ґрунту. Вплив добрив на нітратний режим ґрунту в кінці вегетації був невираженим. Вміст нітратного азоту в орному та підорному шарах ґрунту у варіантах дослідів варіював в межах 9,7-11,6 мг/кг ґрунту (табл. 2).

2. Вміст нітратного азоту в чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, середнє 2017-2019, мг/кг ґрунту

№ вар.	Фон (фактор А)	Добрива (фактор Б)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0-30	30-40	0-30	30-40
1	Без добрив	Без добрив	18,0	16,0	9,7	11,1
2		$N_{100}P_{100}K_{100}$	22,2	20,0	11,0	11,6
3	5 т/га соломи + N_{50}	Без добрив	17,8	14,2	10,3	10,1
4		$N_{100}P_{100}K_{100}$	23,2	19,9	11,2	11,5
НІР ₀₅ (фактор А)			0,3	0,2	0,2	0,2
НІР ₀₅ (фактор Б)			0,8	1,0	0,6	0,7
НІР ₀₅ (фактор А+Б)			1,1	1,3	0,9	0,9

Вміст амонійного азоту у верхніх шарах ґрунту найвищих показників на початок вегетації досягав за внесення 5 т/га соломи + N_{50} + $N_{100}P_{100}K_{100}$: у шарі 0-30 см – 14,4 мг/кг, 30-40 см – 10,8 з перевагою до контролю без добрив відповідно на 3,5 та 2,0 мг/кг ґрунту. Упродовж вегетації вміст амонійного азоту у шарі 0-30 см зменшився у 1,3-1,5 рази, 30-40 см – у 1,2 рази, при цьому за поєднаного внесення соломи і мінеральних добрив умови амонійного режиму чорнозему

вилугуваного зберігались незначно кращими. Це може бути наслідком посилення процесів іммобілізації та зменшення мінералізації азоту за застосування соломи (табл. 3).

Отже, поєднане внесення соломи і мінеральних добрив підвищило вміст мінерального азоту в чорноземі вилугуваному на початок вегетації буряків цукрових, чим формувало умови кращого азотне живлення і забезпечило кращий стартовий ріст і розвиток рослин.

3. Вміст амонійного азоту в чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, середнє 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту

№ вар.	Фон (фактор А)	Добрива (фактор Б)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0-30	30-40	0-30	30-40
1	Без добрив	Без добрив	10,9	8,8	8,3	7,2
2		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	11,7	9,7	8,8	7,9
3	5 т/га	Без добрив	12,8	9,8	8,7	8,0
4	соломи + N ₅₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	14,4	10,8	9,5	8,7
НІР ₀₅ (фактор А)			0,4	0,4	0,3	0,2
НІР ₀₅ (фактор Б)			0,5	0,3	0,3	0,3
НІР ₀₅ (фактор А+Б)			0,8	0,6	0,6	0,7

На вміст рухомого фосфору в чорноземі вилугуваного переважно впливало внесення мінеральних добрив, при цьому дія добрив проявлялась на початку вегетаційного періоду. За дози добрив N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ вміст рухомого фосфору на початок вегетації в шарі 0-30 см шарі становив 94-90 мг/кг за показника на контролі без добрив 89 мг/кг ґрунту, у шарі 30-

40 см дія добрив не проявлялась. На кінець вегетаційного періоду вміст рухомих фосфатів у шарі 0-30 см зменшився у 1,2-1,3 рази, 30-40 см – у 1,1 рази, що стало наслідком сезонної адсорбції фосфатів ґрунтом та поглинання фосфору рослинами. Внесення соломи не мало впливу на фонд рухомого фосфору чорнозему вилугуваного (табл. 4).

4. Вміст рухомого фосфору в чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, середнє 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту

№ вар.	Фон (фактор А)	Добрива (фактор Б)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0-30	30-40	0-30	30-40
1	Без добрив	Без добрив	89	78	71	71
2		N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	94	82	75	73
3	5 т/га	Без добрив	87	80	73	73
4	соломи + N ₅₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	96	81	74	75
НІР ₀₅ (фактор А)			3	2	2	2
НІР ₀₅ (фактор Б)			6	3	4	2
НІР ₀₅ (фактор А+Б)			7	5	6	5

Вміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному залежав від

внесення соломи та мінеральних добрив. Застосування 5 т/га соломи +

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

$N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$ забезпечило максимальний вміст рухомого калію у шарі 0-30 см на початок вегетації – 109 мг/кг, за внесення лише мінеральних добрив ($N_{100}P_{100}K_{100}$) вміст зменшився до 103 мг/кг за показника на контролі без добрив – 97 мг/кг ґрунту. Упродовж вегетації

вміст рухомих калію у шарі 0-30 см зменшився у 1,3 рази, 30-40 см – у 1,1 рази, при цьому за обох мінеральної і органо-мінеральної систем удобрення в орному 0-30 см шарі вміст рухомого калію зберігався істотно вищим (табл. 5).

5. Вміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, середнє 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту

№ вар.	Фон (фактор А)	Добрива (фактор Б)	Травень		Вересень	
			глибина, см			
			0-30	30-40	0-30	30-40
1	Без добрив	Без добрив	97	87	77	77
2		$N_{100}P_{100}K_{100}$	103	92	84	79
3	5 т/га соломи + N_{50}	Без добрив	100	88	78	80
4		$N_{100}P_{100}K_{100}$	109	93	84	82
НІР ₀₅ (фактор А)			4	2	2	3
НІР ₀₅ (фактор Б)			5	5	6	2
НІР ₀₅ (фактор А+Б)			8	7	8	5

Отже, застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (5 т/га соломи + $N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$) сприяло стабілізації органічної речовини орного 0-30 см шару чорнозему вилугуваного, підвищило вміст у ґрунті мінерального азоту, рухомого фосфору та калію на початку вегетації, чим створювало хороші стартові умови та забезпечило стабільний ріст і розвиток рослин упродовж вегетації.

Висновки і перспективи

1. Внесення соломи стабілізувало вміст гумусу у верхньому 0-30 см шарі чорнозему

вилугуваного, збільшивши його вміст порівняно з варіантами без соломи на 0,08-0,12 %. Найвищого абсолютного вмісту гумусу в шарі 0-30 см досягали за внесення 5 т/га соломи + $N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$ – 3,00 % з перевагою до контролю без добрив на 0,13 %.

2. Поєднане застосування мінеральних добрив і соломи забезпечило умови сприятливого мінерального живлення буряків цукрових на початку вегетації та стабільність їх росту і розвитку упродовж вегетаційного періоду. Вміст нітратного азоту у шарі 0-30 см ґрунті за внесення 5 т/га соломи + $N_{50} + N_{100}P_{100}K_{100}$ становив 23,2 мг/кг,

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

амонійного – 14,4, рухомого фосфору – 96, рухомого калію – 109 з перевагою до контролю без добрив

Список літератури

1. Цвей Я. П., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків і винесення елементів живлення залежно від системи удобрення. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. 2005. 5. 205–208.

2. Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. 1. 28–32.

3. Kabil E. M., Faize M., Makroum K., Assobhei O., Rafrafi M., Loizidou M., Aajjane A. Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. *Journal of Agronomy*. 2015. 14. 264–271. <https://doi.org/10.3923/ja.2015.264.271>

4. Bagherzadeh A., Kalat S.M.N., Hajian J. Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. *Sugar Tech*. 2014. 16(2). 189–194. <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0253-6>

5. Liu D. L., Zeleke K. T., Wang B., Macadam I., Scott F., Martin R. J. Crop residue incorporation can mitigate negative climate change impacts on crop yield and improve water use efficiency in a semiarid environment. *European Journal of Agronomy*. 2017. 85. 51–68. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.02.004>

6. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. 11. 5–10.

7. Blanco-Canqui, H., Lal, R. Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2009. 28. 139–163. <https://doi.org/10.1080/07352680902776507>

8. Singh V., Srivastava A., Singh R.K., Savita U.S. Effect of tillage practices and residue management on soil quality and crop yield under maize (*Zea mays*)-based cropping system in Mollisol. *Indian Journal of Agricultural Science*. 2011. 81. 1019–1025.

9. Abera G., Wolde-Meskel E., Bakken L.R. Effect of organic residue amendments and

відповідно на 5,2, 3,5, 7,0 та 12 мг/кг ґрунту.

soil moisture on N mineralization, maize (*Zea mays* L.) dry biomass and nutrient concentration. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2013. 59. 1263–1277. <https://doi.org/10.1080/03650340.2012.722623>

10. Han X., Xu C., Dungait J. A. J., Bol R., Wang X., Wu W., Meng F. Straw incorporation increases crop yield and soil organic carbon sequestration but varies under different natural conditions and farming practices in China: a system analysis. *Biogeosciences*. 2018. 15. 1933–1946. <https://doi.org/10.5194/bg-15-1933-2018>

11. Reichel R., Wei J., Islam M.S., Schmid C., Wissel H., Schröder P., Schloter M., Brüggemann N. Potential of Wheat Straw, Spruce Sawdust, and Lignin as High Organic Carbon Soil Amendments to Improve Agricultural Nitrogen Retention Capacity: An Incubation Study. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 9. 900. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00900>

12. Gavryliuk A. Plowing straw requires additional nitrogen application. *AgroTimes*. 2020. <https://agrotimes.ua/agronomiya/zaoryuvannya-solomy-potrebuye-dodatkovogo-vnesennya-azotu>

References

1. Tsvey Ya.P., Shymanska N.K. (2005). Produktivnist tsukrovyykh buriakiv i vnesennia elementiv zhyvlennia zalezno vid systemy udobrennia [Sugar beet productivity and nutrient removal depending on the fertilizer system]. *Bulletin of Lviv State Agrarian University*, 5, 205–208. [in Ukrainian].

2. Zaryshniak A.S., Balyuk S.A., Lisovyi M.V., Komarista A.V. (2012). Balanc humusu i pozhynykh rehovyn v gruntakh Ukrainy [Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine]. *Bulletin of agrarian science*, 1, 28–32. [in Ukrainian].

3. Kabil E.M., Faize M., Makroum K., Assobhei O., Rafrafi M., Loizidou M., Aajjane A. (2015). Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. *Journal of Agronomy*,

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

14, 264–271.
<https://doi.org/10.3923/ja.2015.264.271>4. Bagherzadeh A., Kalat S.M.N., Hajian J. (2014). Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. *Sugar Tech*, 16(2), 189–194.<https://doi.org/10.1007/s12355-013-0253-6>5. Liu D.L., Zeleke K.T., Wang B., Macadam I., Scott F., Martin R.J. (2017). Crop residue incorporation can mitigate negative climate change impacts on crop yield and improve water use efficiency in a semiarid environment. *European Journal of Agronomy*, 85, 51–68.<https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.02.004>6. Saiko V.F. (2008). Naukovi osnovy zemlerobstva v kointeksti zmin klimatu [The scientific basis of agriculture in the context of climate change]. *Bulletin of agrarian science*, 11, 5–10. [in Ukrainian].7. Blanco-Canqui, H., Lal, R. (2009). Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28, 139–163.<https://doi.org/10.1080/07352680902776507>8. Singh V., Srivastava A., Singh R.K., Savita U.S. (2011). Effect of tillage practices and residue management on soil quality and crop yield under maize (*Zea mays*)-based cropping system in Mollisol. *Indian Journal of Agricultural Science*, 81, 1019–1025.9. Abera G., Wolde-Meskel E., Bakken L.R. (2013). Effect of organic residue amendments and soil moisture on N mineralization, maize (*Zea mays* L.) dry biomass and nutrient concentration. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59, 1263–1277. <https://doi.org/10.1080/03650340.2012.722623>10. Han X., Xu C., Dungait J. A. J., Bol R., Wang X., Wu W., Meng F. (2018). Straw incorporation increases crop yield and soil organic carbon sequestration but varies under different natural conditions and farming practices in China: a system analysis. *Biogeosciences*, 15, 1933–1946. <https://doi.org/10.5194/bg-15-1933-2018>11. Reichel R., Wei J., Islam M.S., Schmid C., Wissel H., Schröder P., Schloter M., Brüggemann N. (2018). Potential of Wheat Straw, Spruce Sawdust, and Lignin as High Organic Carbon Soil Amendments to Improve Agricultural Nitrogen Retention Capacity: An Incubation Study. *Frontiers in Plant Science*, 9, 900. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00900>12. Gavryliuk A. (2020). Zaoriuvannia solomy potrebuye dodatkovogo vnesennia azotu [Plowing straw requires additional nitrogen application]. *AgroTimes*. [in Ukrainian]. <https://agrotimes.ua/agronomiya/zaoryuvannya-solomy-potrebuye-dodatkovogo-vnesennia-azotu>

СОСТОЯНИЕ ГУМУСА И ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В. В. Иваніна, Р. М. Шаповаленко

Аннотация. Целью исследования является изучение состояния гумуса и питательного режима чернозема выщелоченного при применении традиционной и альтернативной систем удобрения сахарной свеклы. Во время исследований использовали полевой, лабораторный и аналитический методы. Внесение соломы стабилизировало содержание гумуса в верхнем 0-30 см слое чернозема выщелоченного, увеличив его содержание по сравнению с вариантами без соломы на 0,08-0,12 %. Наивысшего абсолютного содержания гумуса в слое 0-30 см достигали при внесении 5 т/га соломы + N50 + N100P100K100 - 3,00 % с преобладанием к контролю без удобрений на 0,13 %. Совместное применение минеральных удобрений и соломы обеспечило условия благоприятного

Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М.

минерального питания сахарной свеклы в начале вегетации и стабильность их роста и развития в течение вегетационного периода. Содержание нитратного азота в слое 0-30 см почве при внесении 5 т/га соломы + N50 + N100P100K100 составило 23,2 мг/кг, аммонийного - 14,4, подвижного фосфора - 96, подвижного калия - 109 с преобладанием к контролю без удобрений на 5,2, 3,5, 7,0 и 12 мг/кг почвы, соответственно. Изучение влияния альтернативных органоминеральных систем удобрения на параметры плодородия почвы является основой для разработки устойчивых систем удобрения сахарной свеклы в условиях климатических изменений.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, гумус, элементы питания, удобрения

HUMUS CONDITION AND NUTRIENTS REGIME OF LEACHED CHERNOZEM DEPENDING ON SUGAR BEET FERTILIZATION

V. V. Ivanina, R. M. Shapovalenko

Abstract. The aim of the study is to investigate the state of humus and nutrient regime of leached chernozem under traditional and alternative systems of sugar beet fertilization. Field, laboratory and analytical methods were used during the research. The application of straw stabilized the humus content in the upper 0-30 cm layer of leached chernozem, increasing its content compared to the control without straw by 0.08-0.12 %. The highest absolute content of humus in the layer of 0-30 cm was achieved by applying 5 t/ha of straw + N50 + N100P100K100 - 3.00 % with an advantage to control without fertilizers by 0.13 %. The combined application of mineral fertilizers and straw provided the conditions for favorable mineral nutrition of sugar beets at the beginning of the growing season and the stability of their growth and development during the growing season. The content of nitrate nitrogen in the layer of 0-30 cm of soil under the application of 5 t/ha of straw + N50 + N100P100K100 was 23.2 mg/kg, ammonium - 14.4, mobile phosphorus - 96, mobile potassium - 109 with the advantage to control without fertilizers by 5.2, 3.5, 7.0 and 12 mg/kg of soil, respectively. The study of the influence of alternative organic-mineral fertilizer systems on soil fertility parameters is the basis for the development of sustainable sugar beet fertilizer systems in the context of climate change.

Key words: black soil, humus, nutrients, fertilizers

ЗМІНИ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ПІД ВПЛИВОМ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ І ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

О. А. ЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор

Л. В. ЦЕНТИЛЮ, доктор сільськогосподарських наук, доцент

В. І. МЕЛЬНИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tsyuk@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.007>

***Анотація.** Розв'язання проблеми збільшення виробництва продукції землеробства значною мірою залежить від правильного оцінювання рівня родючості та окультурення ґрунту, чіткої уявлення про оптимальні для культурних рослин основні його показники і застосування на цій основі ефективної системи управління родючістю ґрунту. Мета – визначення впливу застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення в зерно-просапній сівозміні на зміни щільності ґрунту в агрофітоценозі пшениці озимої. Методи: визначали щільність ґрунту циліндрами М. Качинського в орному шарі 0 – 10, 10 – 20, 20 – 30 см. Викладено результати стаціонарних досліджень впливу тривалого (2012-2019 рр.) застосування трьох варіантів системи удобрення та трьох систем основного обробітку чорнозему типового глибокого крупнопилувато-середньосуглинкового в десятипільній зерно-просапній сівозміні правобережного Лісостепу на його агрофізичні показники. Встановлено, що варіант полицево-безполицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні створює кращі агрофізичні умови родючості чорнозему типового. Застосування мілкового безполицевого обробітку ґрунту призводив до істотного підвищення щільності ґрунту (в середньому на 0,02–0,04 г/см³) порівняно з контролем. Застосування мілкового безполицевого обробітку ґрунту призводило до істотного зниження загальної пористості на 2,2 % порівняно з диференційованим та полицево-безполицевим обробітком.*

***Ключові слова:** щільність, пористість, обробіток ґрунту, система удобрення*

Актуальність. Щільність ґрунту поряд із її структурним станом є основним параметром, який визначає агрофізичні властивості і ґрунтові режими, справляючи істотний вплив на урожайність вирощуваних культур [6].

Фізичний стан орного шару, який регулюється обробітком, оцінюють за щільністю складення і твердістю ґрунту, що між собою тісно пов'язані. Будь-який захід основного обробітку, спрямований на зміну показників фізичного стану ґрунту, впливає на водний, тепловий і повітряний

Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І.

режими, біологічну активність і в кінцевому наслідку впливає на продуктивність культур [5, 9].

Щодо оптимальної щільності ґрунту і впливу її на зростання і розвиток сільськогосподарських культур є різні думки. Але, загалом, дослідники приходять до висновку, що оптимальною для більшості сільськогосподарських культур є щільність ґрунту в межах 1,1–1,3 г/см³ [1, 2, 10, 12] та життєдіяльності мікроорганізмів, які сприяють збільшенню урожайності культур [3, 7]. Урожайність культур істотно знижується за збільшення чи зменшення на 0,1–0,2 г/см³ об'ємної маси ґрунту по відношенню до оптимальної, а за ще більшого ущільнення – різко спадає [14].

Мета дослідження – визначення впливу застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення в зерно-просапній сівозміні на зміни його щільності в агрофітоценозі пшениці озимої.

Об'єкт і методи досліджень. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі ТОВ «Агрофірма Колос» (2012 – 2019 рр.) Сквирського району Київської області в стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі й просторі. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в оброблювальному шарі 4,6 –

4,8 % (за Тюриним), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 15,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим). Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані – 1,24 г/см³, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 6,4.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У цій сівозміні застосовується три рівні удобрення із розрахунку на 1 га сівозмінної площі: за мінеральної системи – компост 4,5 т + N₈₀P₉₆K₁₀₈; органо-мінеральної – компост 4,5 т + N₄₀P₄₈K₅₄ + 3,5 т побічна продукція і сидеральна маса та органічної – компост 4,5 т + 3,0 т побічна продукція і сидеральна маса. Тестовою культурою була пшениця озима в ланці із багаторічними травами. У досліді застосовували такі добрива: компост, аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий.

Другий чинник, який вивчали, були системи основного обробітку ґрунту: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований у Лісостепу й передбачає за ротацію сівозміни п'ять оранок, два поверхневих обробітки під пшеницю озиму після сої й кукурудзи на силос і один

Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І.

плоскорізний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни дві оранки під буряки цукрові та соняшник під решту культур безполицеві обробітки; 3) мілкий безполицевий обробіток під всі культури сівозміни. Площа ділянок - 240 м², повторність варіантів у досліді чотириразова. Ґрунтові зразки відбирали до глибини 25 см. Визначали щільність орного шару ґрунту на глибині 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 см методом М. Качинського.

Результати і обговорення. На початку вегетації пшениці озимої щільність ґрунту варіювала в межах

1,18–1,29 г/см³ залежно від шару ґрунту, обробітку. У процесі вегетації рослин щільність орного шару зростала, але у варіанті полицево-безполицевого обробітку не виходила за межі найбільш оптимальної для цієї культури 1,1–1,3 г/см³.

Застосування мілкового безполицевого обробітку ґрунту сприяло вищій щільності 0–10 см шару на 0,03 г/см³, а в шарах 10–20 і 20–30 см – на 0,04 та 0,02 г/см³. Щільність ґрунту в різних шарах була вищою до відповідних горизонтів після диференційованого обробітку на 0,03–0,02 г/см³ (рис. 1).

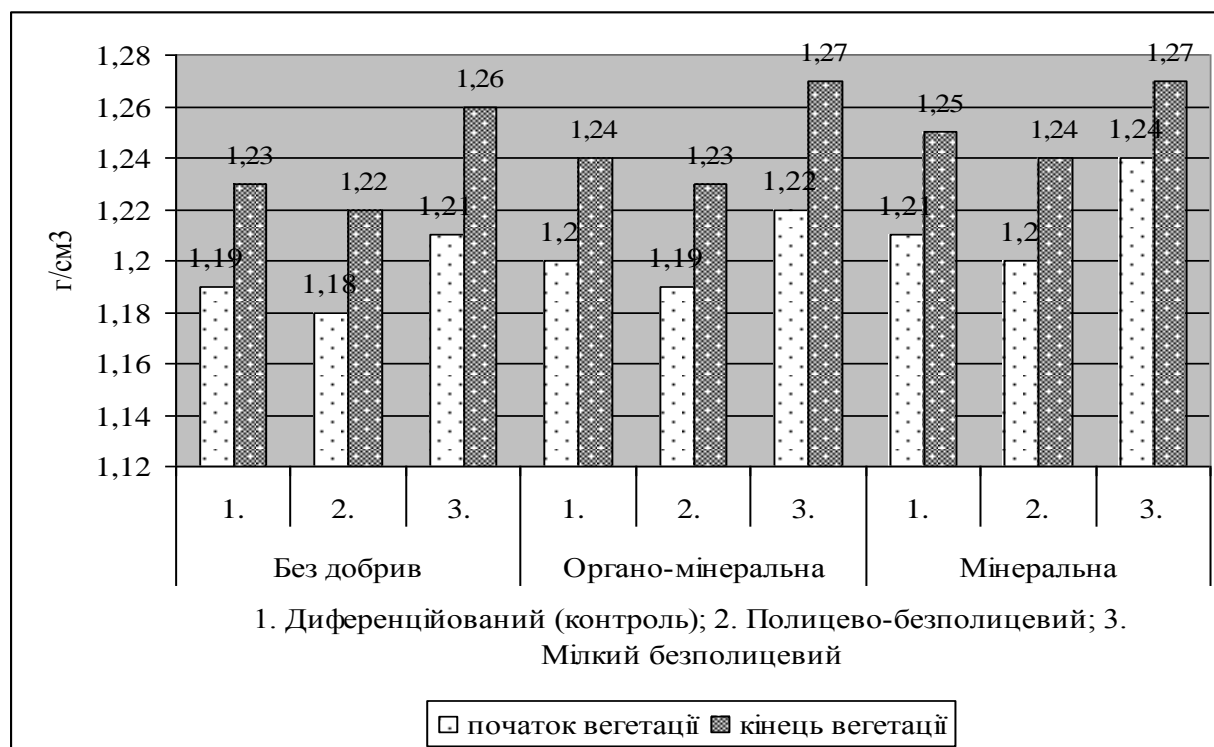


Рис. 1. Щільність ґрунту в полі пшениці озимої за різних систем удобрення та обробітку ґрунту, г/см³ (2012–2019 рр.)

Характерною ознакою чорноземів типових є добра окультуреність, але у зв'язку зі зростаючим антропогенним

навантаженням спостерігається розвиток деяких небажаних фізичних процесів. Останнім часом опубліковано багато праць, в яких

Цюк О. А., Центилю Л. В., Мельник В. І.

висвітлено результати вивчення зміни агрофізичних показників ґрунтів під впливом добрив. Оскільки виняткова роль органічних речовин та органічних добрив у їх оптимізації не викликає сумніву, то щодо впливу мінеральних добрив – дані досить суперечливі. Одні вчені стверджують, що систематичне застосування мінеральних добрив (особливо в підвищених дозах) у разі збільшення в асортименті фізіологічно кислих форм або форм, що містять одновалентні катіони, призводять до погіршеного агрегатного складу, щільності ґрунту і водопроникності чорноземів [8, 13] тоді як [4] доводить, що можливі неістотні зміни фізичних властивостей чорноземних ґрунтів під час внесення мінеральних добрив, особливо в поєднанні з органічними, у невеликих і середніх дозах.

На варіанті з органо-мінеральною системою удобрення внаслідок використання половинної норми мінеральних добрив, нами встановлено зменшення щільності у верхньому та глибших шарах ґрунту у порівнянні зі мінеральною системою. Зокрема, на початку вегетації зменшення щільності в полі пшениці озимої становить 2,5%.

Варіант мінеральної системи удобрення призводив до збільшення щільності ґрунту у верхньому 0–10 см шарі на 2,5 % та в шарі 10–20 см – на 3,3 % у порівнянні зі варіантом без застосування добрив.

На час збирання врожаю спостерігалось деяке підвищення щільності, яке відбулось під впливом ґрунтообробних знарядь, атмосферних опадів, а також за рахунок властивого будь-якому ґрунту самоущільнення. Щільність орного шару в цей період знаходилась в межах 1,19–1,29 г/см³.

Протягом вегетації пшениці озимої відмічається більше ущільнення шарів ґрунту 10–20 та 20–30 см у варіантах з безполицевими обробітками. За такого обробітку ґрунту не відбувається механічного перевертання та перемішування ґрунту ґрунтообробними знаряддями. Найвищий показник щільності ґрунту відмічений у варіантах з систематичним мілким безполицевим обробітком в шарі 20–30 см (1,29 г/см³) незалежно від системи удобрення.

Навпаки, застосування в сівозміні полицево-безполицевого обробітку допомагає оптимізувати щільність ґрунту.

Отже, серед заходів обробітку ґрунту лише беззмінний мілкий безполицевий обробіток призводить до істотного підвищення щільності ґрунту (в середньому на 0,02–0,04 г/см³) порівняно з контролем.

За застосування системи удобрення загальна пористість була на одному рівні: на початку вегетації пшениці озимої становила 51,5–52,4%, в кінці вегетації – 50,3–50,7%. Мінеральна система удобрення мала

Цюк О. А., Центилю Л. В., Мельник В. І.

тенденцію до зниження на 0,9–1,7% загальної пористості порівняно з органо-мінеральною системою та контролем.

Застосування мілкої безполицевої обробки ґрунту призводило до істотного зниження загальної пористості на 2,2% порівняно з диференційованим та полицево-безполицевим обробкам (рис. 2).

В науковій літературі існують різні міркування щодо оптимізації тих чи інших показників пористості ґрунту.

ґрунти важкого гранулометричного складу в

основному характеризуються всмоктувальною силою і вони порівняно слабо повітро- і вологопроникні. Природний дренаж цих ґрунтів відбувається повільно. Для поліпшення водного і повітряного режимів важких ґрунтів їх необхідно інтенсивно розпушувати, вносити підвищені норми органічних добрив, поліпшувати структуру. Усе це буде сприяти підвищенню їх загальної пористості внаслідок збільшення кількості капілярних і некапілярних пор [9].

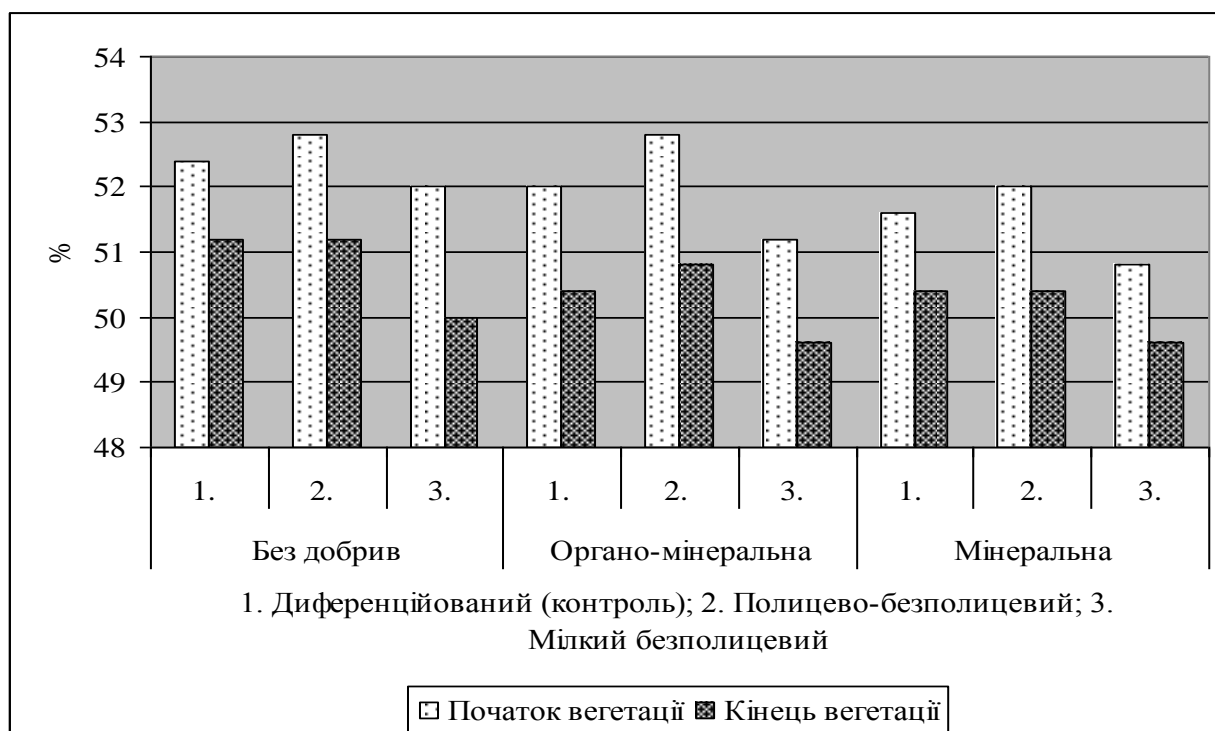


Рис. 2. Загальна пористість орного (0–30 см) шару ґрунту за вирощування пшениці озимої, %

Об'єм капілярних та некапілярних пор в орному шарі чорнозему типового перебуває в оптимальних для цього типу ґрунту

межах. За органо-мінеральної системи удобрення показники загальної пористості більш сталі у всьому профілі орного шару ґрунту,

Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І.

що сприяє кращому ростові й розвитку культур сівозміни.

Висновки

Система полицево-безполицевого основного обробітку ґрунту в зерно-просапній сівозміні правобережного Лісостепу створює

Список використаних джерел

1. Дмитриев Е. А., Макаров И. Б. О понятии «равновесная плотность почв», *Почвоведение*, № 8. 1993. С. 94–98.

2. Картамышев Н. И., Бардукова И. Т., Доронченко Н. В., Веседин Н. В. Механическая обработка как средство регулирования агрофизических свойств почвы, *Земледелие*. 1989. № 9. С. 47–49.

3. Карташов С. Г., Городецкий Е. Ю., Дудка В. С., Москалюк А. А. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 78. С. 21–27.

4. Лыков А. М. (1983). Гумус и плодородие почвы. *Московский рабочий*, 1983. 193 с.

5. Медведев В. В., Лындина Т. Е., Лактионова Т. Н. (2004). Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты, *Изд-во «13 типография»*, 2004. 244 с.

6. Рычкова М. И. Структурно-агрегатный состав и плотность почвы в зависимости от способа основной обработки и предшественника озимой пшеницы на эрозионно-опасном склоне. *International journal of Humanities and natural Sciences*, 2009. Vol. II-1 (38). С. 62–66.

7. Сергін П. М., Берег С. В., Періг Г. Т., Шувар І. А. та ін. Інтенсифікація сівозмін проміжними культурами: Рекомендації для ФПК. Львів: Львів. СГІ, 1990. 36 с.

8. Тейт Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты, *Мир*. 1991. 400 с.

9. Цилюрик О. І. Вплив способів основного обробітку на фізичні властивості і водний режим ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний

кращі умови для оптимізації агрофізичних показників родючості чорнозему типового середньосглинкового і забезпечує найвищу урожайність озимої пшениці, розміщеної по пласту багаторічних трав.

наук збірник. Харків: *Ґрунтознавство і агрохімія*. 2009. С. 31–36.

10. Цюк О. А. Агрофізичні властивості ґрунту в посівах буряків цукрових за екологізації землеробства. *Цукрові буряки*. № 3. 2006. С. 7–9.

11. Цюк О. А., Кирилюк В. І. Вплив систем землеробства на зміни агрофізичних показників ґрунту. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. №4 (61). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovid/article/view/6978>

12. Черячукін М. І., Григор'єва О. М. Ефективність прямої сівби на чорноземі звичайному важко суглинковому правобережного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10 (799). С. 5–11.

13. Шикула М. К., Антонєць С. С., Андрієнко В. О. та ін. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві, *Оранта*, 1998. 680 с.

14. Manko Yu.P., Tsyuk O.A., Tsentulo L.V., Shemetun O. The methodology resource suggestrion with environmental criteria for rationality agricultural systems estimation // *Ukrainian Journal of Ecology*, (2019). Vol. 9. № 1. P.121–126.

References

1. Dmitriev E. A., Makarov I. B. (1993). O ponyatii «ravnovesnaya plotnost pochv» [About the concept of "equilibrium soil density"]. *Pochvovedenie*, 8. 94–98.

2. Kartamyishev N. I., Bardukova I. T., Doronchenko N. V., Vesedin N. V. (1989). Mehanicheskaya obrabotka kak sredstvo regulirovaniya agrofizicheskikh svoystv pochvyi [Mechanical processing as a means of regulating the agrophysical properties of the soil]. *Zemledelie*. 9. 47–49.

3. Kartashov S. G., Gorodetskiy E. Yu., Dudka V. S., Moskalyuk A. A. (2019). Vpliv optimalnoyi schilnosti Gruntu dlya rlnih

Цюк О. А., Центилю Л. В., Мельник В. И.

sllskogospodarskih kultur na vrozhaynIst [Influence of optimal soil density for different crops on yield]. TavrIyskiy nauchoviy vIstnik. 78. 21–27.

4. Lyikov A. M. (1983). Gumus i plodorodie pochvyi. Moskovskiy rabochiy [Humus and soil fertility]. 193.

5. Medvedev V. V., Lyindina T. E., Laktionova T. N. (2004). Plotnost slozheniya pochv (geneticheskiy, ekologicheskiy i agronomicheskiy aspektyi [Density of soil (genetic, ecological and agronomic aspects)]. Izd-vo «13 tipografiya», 2004. 244.

6. Ryichkova M. I. (2009). Strukturno-agregatnyiy sostav i plotnost pochvyi v zavisimosti ot sposoba osnovnoy obrabotki i predshestvennika ozimoy pshenitsyi na erozionno-opasnom sklone [Structural-aggregate composition and soil density depending on the method of the main cultivation and the predecessor of winter wheat on an erosion-dangerous slope]. International journal of Humanities and natural Sciences, Vol. II-1 (38). 62–66.

7. Segin P. M., Begey S. V., Perig G. T., Shuvar I. A. ta In. (1990). IntensifikatsIya sIvozmIn promIzhnimi kulturami [Intensification of industrial crops: Recommendations for FPK]: RekomendatsIYi dlya FPK. Lviv: Lviv. SGI, 36.

8. Teyt R. (1991). Organicheskoe veschestvo pochvyi: biologicheskie i ekologicheskie aspektyi [Soil organic matter: biological and ecological aspects], Mir. 400.

9. Tsilyurik O. I. (2009). Vpliv sposobIv osnovnogo obrobItku na flzichnI vlastivostI I vodniy rezhim Gruntu. AgrohImIya I

Gruntoznavstvo [Injection of the methods of the main processing on the physical power and water regime of the runtu]: MIzhvIdomchiy tematichniy nauk zbIrnik. HarkIv: Gruntoznavstvo I agrohImIya. 31–36.

10. Tsyuk O. A. (2006). AgrofIzichnI vlastivostI Gruntu v poslIvah buryakIv tsukrovih za ekologIzatsIYi zemlerobstva [Agrophysical power to the soil in the crops of the beetles for the ecology of agriculture]. TsukrovI buryaki. 3. 7–9.

11. Tsyuk O. A., Kirilyuk V. I. (2016). Vpliv sistem zemlerobstva na zmlni agrofIzichnih pokaznikIv gruntu [Inflow of farming systems on the ground]. NaukovI dopovIdI NUBIP Ukraini. 4 (61). Rezhim dostupu: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/DopoviDi/article/view/6978>

12. CheryachukIn M. I., Grigor'Eva O. M. (2019). EfektivnIst pryamoYi sIvbi na chornozemI zvichaynomu vazhko suglinkovomu pravoberezhnogo Stepu [The efficiency of direct sowing on chernozem ordinary hard loam right-bank steppe]. Visnik agranoi nauki. 10 (799). 5–11.

13. Shikula M. K., Antonets S. S., AndrIenko V. O. ta In. (1998). Vidtvorennya rodyuchostI GruntIv u Gruntozahisnomu zemlerobstvI [Reproduction of soil fertility in soil-protective agriculture], Oranta, 680.

14. Manko Yu.P., Tsyuk O.A., Tsentulo L.V., Shemetun O. (2019). The methodology resource suggesrion with environmental criteria for rationality agricultural systems estimation // Ukrainian Journal of Ecology, Vol. 9. (1). 121–126.

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. А. Цюк, Л. В. Центилю, В. И. Мельник

Аннотация. Решение проблемы увеличения производства продукции земледелия в значительной степени зависит от правильной оценки уровня плодородия и окультуривание почвы, четкого представления об оптимальных для культурных растений основные его показатели и применение на этой основе эффективной системы управления плодородием почвы. Цель – определение влияния применения систем основной обработки почвы и удобрения в зерно-пропашном севообороте на изменения плотности почвы в агрофитоценозе

Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І.

пшеницы озимой. Методы: Определяли плотность почвы цилиндрами М. Качинского в пахотном слое 0 – 10, 10 – 20, 20 – 30 см. Изложены результаты стационарных исследований влияния длительного (2012–2019 гг.) применение трех вариантов системы удобрения и трех систем основной обработки чернозема типичного глубокого крупнопылевато-среднесуглинистого в десятипольном зерно-пропашном севообороте правобережной Лесостепи на его агрофизические показатели. Установлено, что вариант отвально-безотвальной обработки почвы в севообороте создает лучшие агрофизические условия плодородия чернозема типичного. Применение мелкой безотвальной обработки почвы приводил к существенному повышению плотности почвы (в среднем на 0,02–0,04 г/см³) по сравнению с контролем. Применение мелкой безотвальной обработки почвы приводило к существенному снижению общей пористости на 2,2% по сравнению с дифференцированным и отвально-безотвальной обработкой.

Ключевые слова: плотность, пористость, обработка почвы, система удобрения

CHANGES IN AGROPHYSICAL PROPERTIES OF TYPICAL TYPE OF BLACK TYPE UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZER APPLICATION AND SOIL TREATMENT

A. A. Tsyuk, L. V. Tsentilo, V. I. Melnik

Abstract. The solution to the problem of increasing the production of agricultural products largely depends on the correct assessment of the level of fertility and cultivation of the soil, a clear understanding of its main indicators optimal for cultivated plants and the use of an effective soil fertility management system on this basis. The goal is to determine the effect of the use of systems of basic tillage and fertilization in grain-tilled crop rotation on changes in soil density in the agrophytocenosis of winter wheat. Methods: The soil density was determined with M. Kachinsky cylinders in the arable layer of 0–10, 10–20, 20–30 sm. The results of stationary studies of the effect of prolonged (2012–2019) application of three options deep coarse-silty-medium loamy in ten-field grain-row crop rotation of the right-bank forest-steppe for its agrophysical indicators. It has been established that the variant of dump-dump-free tillage in the crop rotation creates the best agrophysical conditions for the fertility of typical chernozem. The use of shallow moldboard-free tillage led to a significant increase in soil density (on average by 0,02–0,04 g/sm³) compared to the control. The use of shallow moldboard-free tillage led to a significant decrease in the total porosity by 2,2% in comparison with differentiated and moldboard-free tillage.

Key words: density, porosity, tillage, fertilization system

УДК: 633.282:631.559

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТИМУЛЯТОРІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БІОМАСИ МІСКАНТУСУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**В. М. КАТЕЛЕВСЬКИЙ**, науковий співробітник,<https://orcid.org/0000-0001-5558-2181>

E-mail: valerijkatelevskij_2020@ukr.net

М. Я. ГУМЕНТИК, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, <https://orcid.org/0000-0001-9052-9650>

E-mail: hmy@ukr.net

В. С. БОНДАР, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник

E-mail: org.sugarbeet@ukr.net

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.008>

***Анотація.** Приведено показники економічної ефективності вирощування біомаси міскантусу для виробництва твердих видів біопалива. Обчислено коефіцієнт енергетичної ефективності, як відношення затраченої енергії до отриманої.*

Метою роботи було провести оцінку ефективності використання стимуляторів і регуляторів росту рослин «Вимпел-К» і «Квантум - Голд» під час вирощування біомаси міскантусу в умовах лівобережного Лісостепу України.

***Результати.** Окупність витрачених коштів починається з третього року збору урожаю культури, а валовий дохід після четвертого року вегетації міскантусу становив 392,9 тис. грн га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, обчислений за урожаєм першого року вегетації, був у варіантах: одинарної й подвійної дози NPK за одно та дворазової обробки препаратом Вимпел-К і становив 4,2...4,4. Рівень рентабельності в цих варіантів був найбільшими і становив 345,3 і 341,4 %.*

Запропонований новий елемент технології – замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К є економічно виправданим.

Окупність вкладених коштів після реалізації урожаю біомаси міскантусу попереднього року за використання цих технологічних прийомів починалася з третього року вегетації.

***Ключові слова:** біоенергетика, міскантус, біомаса, регулятори росту, технологія обробки і вирощування, економічна ефективність, вихід енергії*

Вступ. Зростання цін на альтернативних видів енергії на традиційні викопні види палива та основі біомаси високопродуктивних пов'язані з ними екологічні проблеми біоенергетичних культур. Окремі зумовили розвиток виробництва європейські країни вже досягли

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. заміщення 40 % викопних видів палива на біологічні в той час як ринок енергетичних рослин в Україні почав розвиватися лише в останні роки і на сьогодні становить 3,5 % від загального обсягу спожитої енергії (Роїк та ін; 2019; Бондар та ін, 2018). Площі посадки й посіву біоенергетичних культур як сировини для виробництва біопалива зростають і на сьогодні становить майже 3 тис. га (Гументик, 2018; Дячук, та ін., 2017) Водночас технічне, технологічне, особливо економічне обґрунтування вирощування біоенергетичних рослин значно відстає. Особливо це стосується такої найбільш поширеної високопродуктивної біоенергетичної культури, як міскантус гігантського, яка за нових екологічно безпечних технологій може значно наростити свою біомасу, досягти високого рівня виходу енергії з 1 га в перерахунку на ГДж і значного економічного ефекту (Роїк та ін., 2019; Курило та ін, 2012).

Матеріали, умови та методика проведення досліджень.

Дослідження їх із застосування нових препаратів і визначення рівня економічної ефективності під час вирощування міскантусу гігантського проводили упродовж 2016-2019 рр. у Веселоподільській ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ НААН). Ґрунтовий покрив представлений чорноземом типовим слабосолонцюватим малогумусним середньосуглинковим.

Потужність гумусового горизонту коливається від 35 до 45 см. з умістом гумусу від 3,6 до 4,2 %. Уміст нітратного азоту становить 22-24 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору 26-29, калію 114-150 мг./кг ґрунту. Структура орного шару пилувата-грудочко-зерниста. Ґрунт добре забезпечений поживними елементами живлення, має задовільну родючість. Реакція ґрунтового розчину орного шару слабколужна, ближча до нейтральної (рН 7,2-7,4). Гідролітична кислотність ґрунтового розчину орного шару 0,37-0,39 мг-екв. на 100 г ґрунту. У роботі використано дві двох факторні схеми польових досліджень. Схемами досліджень передбачено проаналізувати дію і взаємодію двох чинників на урожайність міскантусу.

Перший дослід: «А» – норми внесення добрив; «В» – позакореневе одноразове і дворазове підживлення, *чинник А:* 1) без добрив; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$; *чинник В:* 1) без обробки; 2) одноразова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К; дворазова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К.

Другий дослід: «А» – замочування посадкового матеріалу; «В» - позакореневе одноразове і дворазове підживлення, *чинник «А»:* 1) без замочування; 2 у розчині препарату Квантум Голд, 3) у розчині препарату Вимпел-К; *чинник «В»:* 1)

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. без обробки; 2) одноразова обробка: а) у розчині препарату Квантумом Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К; дворазова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К.

У польових дослідженнях були використані мінеральне добриво нітроамофоска (Українська $N_{15}P_{15}K_{15}$), універсальне комплексне рідке мікродобриво Квантум Голд, що містить чотири макроелементи та сім мікроелементів, фітогормони ауксинового типу 3 г/л, гумінові речовини та амінокислоти, універсальний препарат Вимпел-К, що містить поліетиленоксиди – 770 г/л та бурштиново-гуматний комплекс – 33 г/л. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів - за систематичною схемою. Площа облікової ділянки 50 м², загальна 300 м². Дослідження проводили на малопродуктивних ґрунтах, попередником був пар. Наприкінці серпня механічним та хімічним способами ділянку очищали від небажаних рослин (бур'янів). У вересні проводили основний обробіток ґрунту та вирівнювання поверхні поля, ранньою весні прикрили вологу, та перед самим висаджуванням провели один передсадивний обробіток ґрунту. Внесення мінеральних добрив відбулося перед самим садінням ризом за схемою досліджень. У першій-третьій декадах квітня, залежно від настання фізичної стиглості ґрунту,

посадковий матеріал міскантусу гігантського сорту Осінній зорецвіт (ІБКіЦБ НААН України) висаджували на глибину 8-10 см. з густотою 15 тис. шт./га. Погодні умови в роки досліджень відрізнялися за кількістю опадів, за середньомісячною температурою повітря. Якщо у 2016 р. зареєстрована надмірна кількість опадів за вегетаційний період у кількості 392 мм. тоді як у 2017-2018 рр. їх відчутно не вистачало, але, загалом, в Лівобережній частині Лісостепу України погодні умови були сприятливими для вирощування міскантусу гігантського. Під час проведення досліджень використовували традиційні методи Excel 10, STATISTICA 12. Урожайність біомаси встановлювали електронними вагами з точністю до 1 г. Економічні характеристики обраховували з використанням технологічних та методичних підходів, розроблених в ІБКіЦБ НААН України (Роїк, та ін, 2019; Дрига, 2017).

Викладення основних результатів дослідження. Виробничі витрати на вирощування міскантусу в різних країнах були на рівні 40-50 € / т. сухої речовини (McKervey Z., Woods V, and other, 2008). Відомо, що вирощування «додаткового» урожаю внаслідок застосування нових елементів технології вирощування культури супроводжується зростаючими вкладаннями енергії,

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. тому необхідно знати баланс витраченої і отриманої енергії. Значна частина енергозатрат припадає на обробіток ґрунту, забезпечення ризомами, паливно-мастильними матеріалами, добривами, хімічними засобами боротьби із бур'янами, транспортування біомаси. Тому енергія, витрачена на вирощування міскантусу гігантського, має бути меншою, ніж отримана енергія внаслідок переробки біомаси на паливо. (Ruan Stewart, 2009; Kharitonov M, and other, 2019).

Проведена економічна оцінка досліджуваних чинників і досліджено їх вплив на економічні показники. У табл. 1 наведено економічну ефективність внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення міскантусу гігантського впродовж чотирьох років.

У першому-четвертому роках вегетації валовий дохід на контрольному варіанті (без добрив і обробкою водою) був найменшим (від 27,0 до 297,2 тис. грн), тобто всі інші варіанти давали дохід різної величини: у першому - 29,0 до 49,1; у другому – від 54,0 до 98,2; у третьому – від 161,9 до 294,7; у четвертому – від 322,6 до 378,0 тис. грн. За ці роки

найбільша різниця між витратами і валовим доходом була найбільшою у варіанті без добрив, але за одноразового підживлення розчином препарату Квантум Голд. Ця різниця становила відповідно по роках 24,3; 48,7; 146,1; 80,8 тис. грн. Необхідно зазначити, що на четвертому році різниця у 80,8 тис. грн між валовим доходом на контролі і варіантами без добрив з дворазовим підживленням Вимпелом-К, на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ та одно- дворазовою обробкою цим же препаратом була такою ж. У другому і третьому роках вегетації витрати були однаковими (по 1,9 тис. грн.), а у четвертому – вони знизилися до 0,8 тис. грн, тобто у 2,4 разу, а валовий дохід – зростав. Причому зростання валового доходу відбувалося за рахунок збільшення біомаси, і, відповідно, отриманих розрахунковим способом Гкал/га.

Однак структура фінансових витрат на вирощування міскантусу гігантського упродовж чотирьох років була різною (рис.1). У першому році (2016 р.) переважна частка фінансових витрат (82,9 %) припадала на закупівлю садивного матеріалу (ризом), ціни на який зросли - від 2,8 до 4,9 грн./шт.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

1. Фінансові витрати і валовий дохід за вирощуванням міскантусу на різних фонах мінерального удобрення і позакореневого підживлення, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.

Фон удобрення	Препарати і кратність їх внесення	1-й рік				2-й рік				3-й рік				4-й рік			
		Витрати тис. грн./га	Біомаса 1-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 2-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 3-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 4-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га
Без добрив (контроль)	Вода (контроль)	-96,3	1,6	7,1	24,8	-1,9	3,3	14,2	49,5	-1,9	9,8	42,5	148,6	-0,8	19,7	84,9	297,2
	Квантум Голд*	-97,4	3,2	14,0	49,1		6,5	28,1	98,2		19,5	84,2	294,7		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд**	-97,8	2,9	12,4	43,6		5,8	24,9	87,1		17,3	74,7	261,4		23,0	99,4	347,8
	Вимпел-К*	-97,3	1,9	8,3	29,0		3,8	16,6	58,1		11,5	49,8	174,2		22,0	95,0	332,6
	Вимпел-К**	-97,7	2,6	11,1	38,8		5,1	22,2	77,5		15,4	66,5	232,6		25,0	108,0	378,0
N30P30K30	Вода (контроль)	-98,9	1,8	7,7	27,0		3,6	15,4	54,0		10,7	46,3	161,9		22,0	95,0	332,6
	Квантум Голд*	-100,0	2,5	11,0	38,5		5,1	22,0	76,9		15,3	65,9	230,7		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд**	-100,4	2,1	9,0	31,7		4,2	18,1	63,3		12,6	54,3	190,0		25,1	108,6	379,9
	Вимпел-К*	-99,9	2,9	12,5	43,9		5,8	25,1	87,8		17,4	75,3	263,4		25,0	108,0	378,0
	Вимпел-К**	-100,3	3,1	13,2	46,3		6,1	26,4	92,5		18,4	79,3	277,6		25,0	108,0	378,0
N60P60K60	Вода (контроль)	-101,5	2,5	10,7	37,3		4,9	21,3	74,7		14,8	64,0	224,1		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд*	-102,6	2,4	10,4	36,5		4,8	20,9	73,0		14,5	62,6	219,0		24,0	103,7	362,9
	Квантум Голд**	-103,0	2,1	9,2	32,3		4,3	18,4	64,5		12,8	55,3	193,6		24,0	103,7	362,9
	Вимпел-К*	-102,5	2,6	11,4	39,8		5,3	22,8	79,7		15,8	68,3	239,0		25,0	108,0	378,0
	Вимпел-К**	-102,9	3,1	13,4	47,0		6,2	26,8	93,9		18,6	80,5	281,8		25,0	108,0	378,0

Примітка: * - одноразова обробка; ** - дворазова обробка

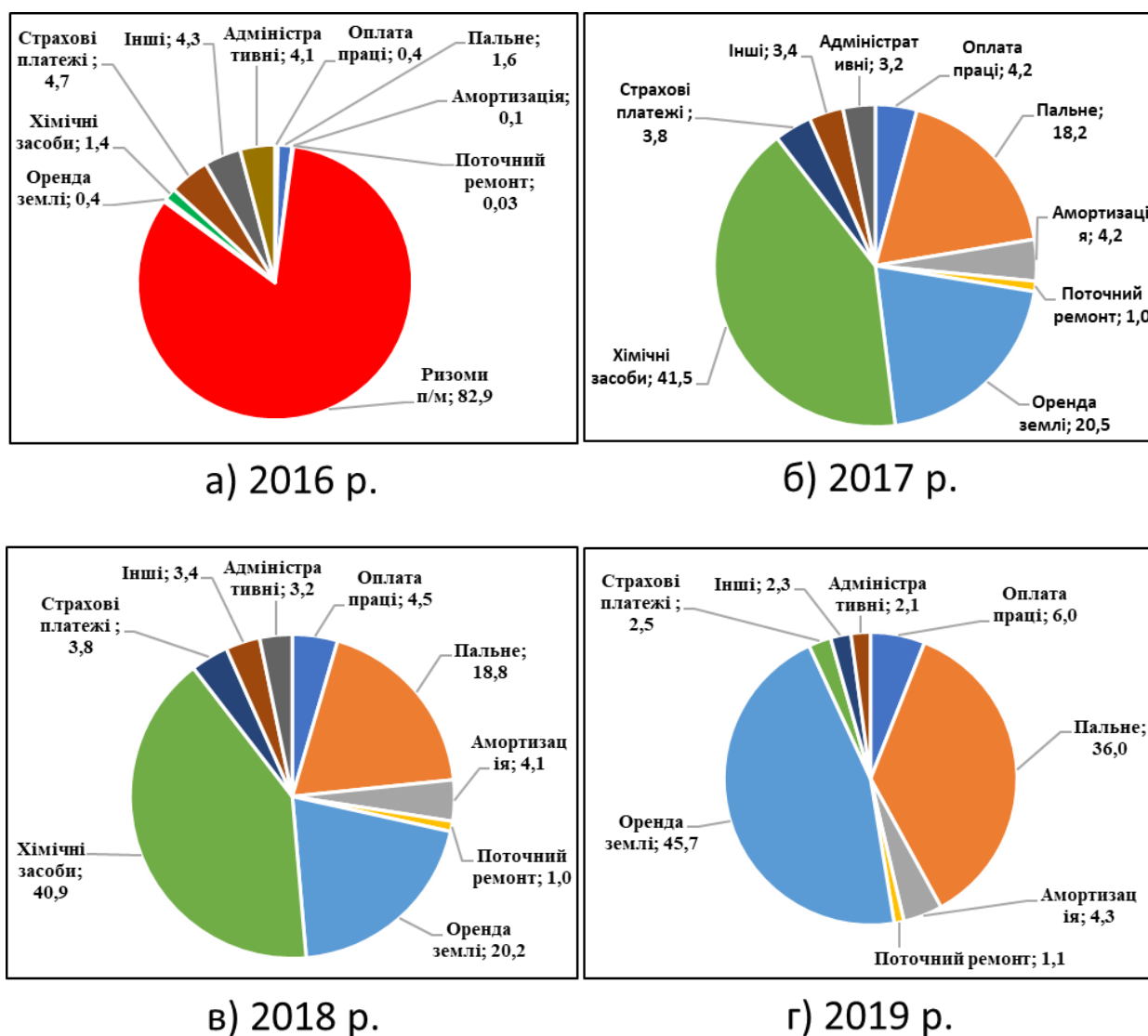


Рис.1. Структура фінансових витрат упродовж чотирьох років вирощування міскантусу гігантського, %, ВПДСС; а) 2016; б) 2017, в) 2018, г) 2019 р.

У 2017-2018 рр. (другий і третій рік вегетації) порівняно з 2016 різко збільшилися витрати на хімічні засоби (стимулятори, регулятори росту, гербіциди і т. і.) з 1,4 у до відповідно 41,5 і 40,9 %. Зросли також і витрати на пальне, оскільки урожай біомаси щорічно збільшувався і необхідним було, окрім технологічних операцій з догляду за рослинами, його збирати і

транспортувати. Щорічні витрати 2016-2018 рр. (адміністративні та страхові платежі, оплата праці, амортизація технічних засобів, поточні ремонти, і т. п.) були порівняно стабільними і змінювалися за їх сумою в межах 15,7...20,1 %. У четвертому році (2019 р.) у структурі витрат найбільшу частку мала оренда землі (45,7 %), у той час як 2-17-2018 рр. вона була вдвічі меншою.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

Ґрунтуючись на даних цього дослідження (вплив фонів мінерального удобрення і позакореневого живлення, було обчислено окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського з новими

елементами технології (рис.2). Необхідно зазначити, що збір біомаси культури на цілі біопалива відбувається на кожний наступний рік після її вимерзання з втратою вологи.

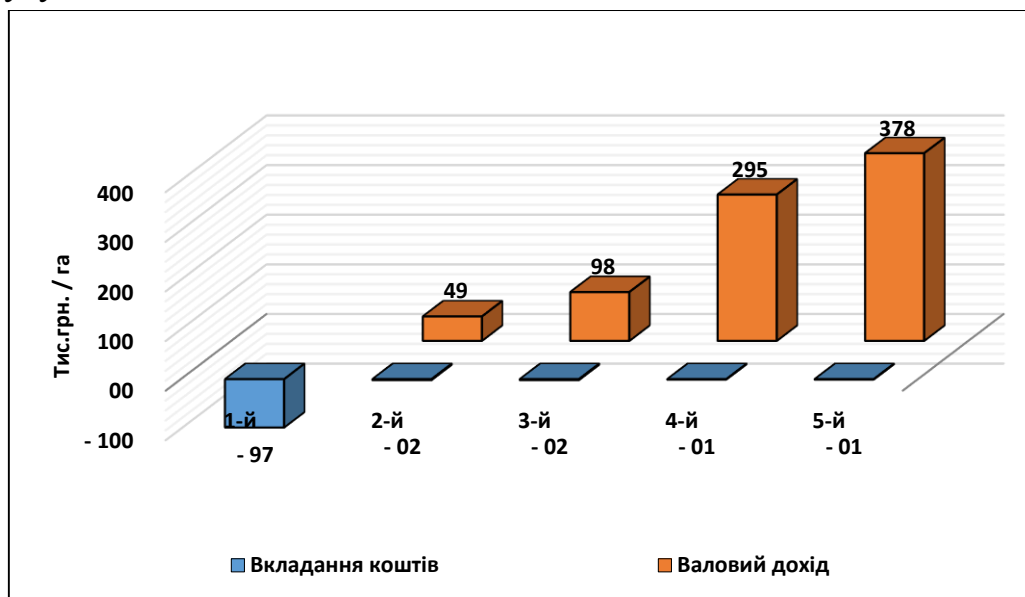


Рис. 2. Окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.

Як видно із рис.2, перший рік є затратним у фінансовому відношенні. У другому році отриманий валовий дохід у 49,1 тис. грн. не «перекриває» вкладення. У третьому році (2018 р.) валовий збір врівноважився з вкладеними коштами (-97,3 та +98,2), однак за сумарним його значенням із двох років перебільшення становило 50,0 тис. грн з одного гектара. За урожаєм біомаси четвертого року отримано валовий дохід 392,9 тис. грн, а сумарне його значення, з огляду на попередні роки – 736,7 тис. грн з 1 га.

Обчислено коефіцієнт енергетичної ефективності як відношення затраченої енергії до отриманої. Він був високим і

коливався за варіантами дослідження за перший рік «життєдіяльності» плантації від 2,6 до 4,4 Гкал.

Найбільший коефіцієнт ефективності спостерігали на варіантах одинарної (одно- і дворазова обробка) та подвійної дози мінерального удобрення за дворазового позакореневого підживлення розчином препарату Вимпел-К – відповідно 4,2, 4,4 та 4,3. Це свідчить про те, що уже за урожаєм біомаси першого року вигідно продавати кінцеву продукцію (енергію, Гкал). Це підтверджено розрахунками економічної ефективності реалізованої енергії за чотири роки досліджень кращих варіантів.

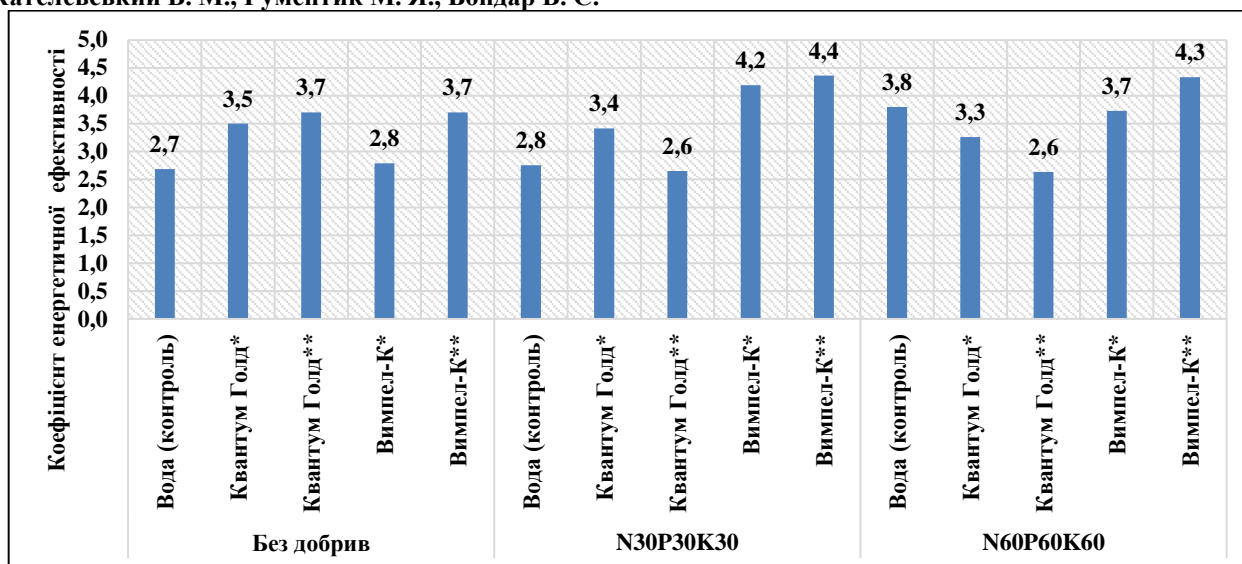


Рис.3. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування міскантусу гігантського у перший рік вегетації, Гкал., ВПДСС, 2016 р.

Так, у варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ / дворазова обробка Вимпел-К умовно чистий прибуток із продажу однієї Гкал., становив 689,6 тис. грн, у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ / та з дворазовою обробкою цим же препаратом – 693,1 тис. грн, що перевищувало прибуток від застосування традиційної технології відповідно на 270,4 і 273,9 тис. грн. Рівень рентабельності за застосування кращих варіантів удосконаленої технології становив відповідно 345,3 і 341,4 проти 142,9 % (традиційна технологія). Необхідно зазначити, що одно- та дворазове позакореневе підживлення розчином препарату Квантум Голд за одинарної та подвійної дози мінерального удобрення теж було рентабельним – відповідно 283,6 і 234,4 та 249,2 і 219,0 проти 142,9 %

Обчислено економічні показники за використання нового елемента технології вирощування міскантусу – передпосадкове

замочування ризом у розчинах препаратів регулятора росту Квантум Голд та стимулятора Вимпел-К і позакореневе одно-та дворазове підживлення ними у процесі вегетації, які наведено у табл.2.

Таблиця 2.

2. **Фінансові витрати і валовий дохід за вирощуванням міскантусу з замочуванням у препаратах стимулятора і регулятора росту з позакореневим підживлення, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.**

Фон замочування	Препарати і кратність їх внесення	1-й рік				2-й рік				3-й рік				4-й рік			
		Витрати тис. грн./га	Біомаса 1-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 2-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 3-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 4-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га
Вода (контроль)	Вода (контроль)	-96,3	2,7	11,7	40,8	-1,9	5,4	23,3	81,6	-1,9	10,8	46,7	163,3	-0,8	21,6	93,3	326,6
	Квантум Голд*	-97,4	1,8	7,8	27,2		3,6	15,6	54,4		7,2	31,1	108,9		14,4	62,2	217,7
	Квантум Голд**	-97,8	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Вимпел-К*	-97,3	2,8	12,1	42,3		5,6	24,2	84,7		11,2	48,4	169,3		22,4	96,8	338,7
	Вимпел-К**	-97,7	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
Квантум Голд	Вода (контроль)	-96,6	1,6	6,9	24,2		3,2	13,8	48,4		6,4	27,6	96,8		12,8	55,3	193,5
	Квантум Голд*	-97,7	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Квантум Голд**	-98,1	2,5	10,8	37,8		5,0	21,6	75,6		10,0	43,2	151,2		20,0	86,4	302,4
	Вимпел-К*	-97,6	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Вимпел-К**	-98,0	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
Вимпел-К	Вода (контроль)	-96,6	2,9	12,5	43,8		5,8	25,1	87,7		11,6	50,1	175,4		23,2	100,2	350,8
	Квантум Голд*	-97,6	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
	Квантум Голд**	-98,1	2,7	11,7	40,8		5,4	23,3	81,6		10,8	46,7	163,3		21,6	93,3	326,6
	Вимпел-К*	-97,6	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
	Вимпел-К**	-98,0	3,4	14,7	51,4		6,8	29,4	102,8		13,6	58,8	205,6		23,0	99,4	347,8

Примітка: * - одноразова обробка; ** - дворазова обробка

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

Як показав аналіз табл.2., основні фінансові витрати на вирощування міскантусу з застосуванням нового елементу технології – передпосадкового замочування ризом поєднанням цього прийому з позакореневим підживленням препаратами Квантум Голд та Вимпел-К закладено у першому році, що пов'язано здебільшого із закупкою садивного матеріалу. Вони становили по варіантам дослідів від 96,3 до 98,0 тис. грн, у той час як по другому і третьому роках вегетації – по 1,9 тис. грн, а у четвертому – у 2,4 рази менше – 0,8 тис. грн. Біомаса, яку зібрано після першого року вегетації, була порівняно невеликою й коливалася по варіантах дослідів від 1,8 до 4,4 т/га. Кращим варіантом було замочування ризом перед посадкою у розчині стимулятора росту Вимпел-К і дворазове обприскування ним же як позакореневе підживлення під час вегетації (3,4 т/га). Цей же варіант був кращим і в наступні роки – відповідно 29,4 (2017), 58,8 (2018), 99,4 (2019).

Відповідно, і валовий дохід був у цьому варіанті найвищим і становив упродовж послідовних чотирьох років (2016-2019 рр.) 51,4; 102,8; 205,6 та 347,8 тис. грн, що дає право стверджувати, що цей варіант є найкращим.

У досліді із дослідження впливу передпосадкового замочування ризом у стимулюючих і регулюючих ріст розчинах препаратів Вимпел-К та Квантум Голд структура грошових витрат за роками вегетації була аналогічною дослідів з вивчення впливу мінерального удобрення і позакореневого підживлення міскантусу гігантського: у першому році 83,0 % всіх грошових витрат становили кошти, потрачені на покупку садивного матеріалу, у другому та третьому роках вегетації міскантусу основні витрати припадали на хімічні засоби догляду за рослинами (46,3 і 45,7 %), оренду землі (18,1 і 17,9 %) та паливо (17,8 і 18,4 %), у четвертому році найбільшу частку мала оренда землі (46,9 %).

Як у випадку першого дослідів (фони мінерального удобрення й обробка рослин, як позакореневе підживлення), так і у другому (передпосадкове замочування стимулюючими і регулюючими ріст препаратами), грошова окупність за отриману біомасу застосовуваних елементів технології відмічена з третього року. Валовий дохід із реалізованої біомаси, вирощеної у другому році вегетації, становив 102,8 тис. грн, що повною мірою окупило вкладені грошові кошти (рис.4).

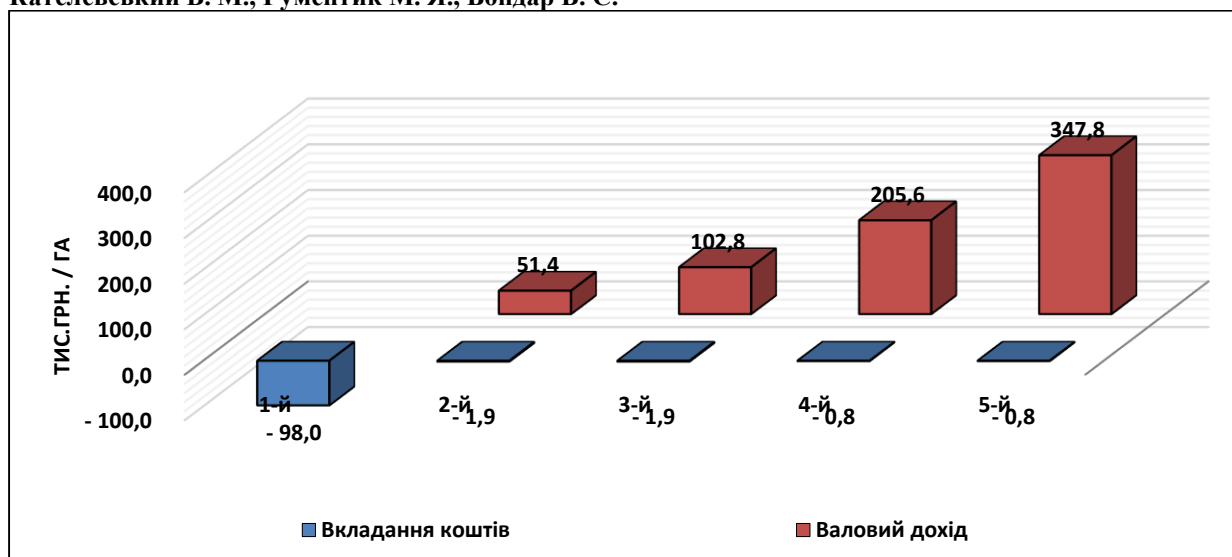


Рис.4. Окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського ВПДСС, 2016-2019 рр.

З третього й четвертого років за результатами попереднього збору урожаю біомаси, окупність перевищувала вкладені кошти відповідно у 2,1 та в 3,5 разу і становила в абсолютного вираженні 205,6 та 347,8 тис. грн./га.

Як відомо, кінцеву продукцію, що містить додану вартість, реалізовувати більш вигідно, ніж сировину (біомасу). Коефіцієнти енергетичної ефективності, як відношення затраченої енергії до отриманої, коливалися за варіантами досліду від 2,5 до 4,7.

Найбільш привабливими варіантами виявилися передпосадкове замочування ризом у розчинах Квантум Голд та Вимпел-К за дворазового позакореневого підживлення розчином препарату Вимпел-К, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності в цих варіантах був найвищим і становив відповідно 3,8 і 4,7. Умовний

прибуток у цих варіантах теж був найвищим і становив відповідно 543,0 і 605,0 тис. грн. проти 278,6 тис. грн. за традиційної технології, а рівень рентабельності був відповідно 230,1 і 276,1 проти 66,3 %.

За замочування ризом у регулюючих і стимулюючих ріст рослин препаратах і дворазове підживлення рослин під час вегетації розчином препаратом Квантум Голд було отримано урожай біомаси 37,5 та 40,5 т/га, яка в перерахунку на реалізовану енергію дає високий прибуток – відповідно 464,3 і 509,7 проти 278,6 тис. грн. з рентабельністю відповідно 169,4 і 201,0 %.

Висновки. Поєднання таких чинників, як мінеральне удобрення і позакоренеve підживлення однак, у структурі витрат за перший рік переважаючим є вартість посадкового матеріалу (82,9 %); у другий-третій рік – хімічні засоби (41,4 і 40,9 %), у

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. четвертому році лише оренда землі (45,7 %). Окупність витрачених коштів починається з третього року збору урожаю культури, а валовий дохід після четвертого року вегетації становив 392,9 тис. грн.га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, обчислений за урожаєм першого року вегетації, був у варіантах: одинарної й подвійної дози NPK за одно та дворазової обробки препаратом Вимпел-К і становив 4,2...4,4. Рівень рентабельності у цих варіантів були найбільшими і становили 345,3 і 341,4 %. Запропонований новий елемент технології – замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К є економічно виправданим. Окупність вкладених

коштів після реалізації урожаю біомаси попереднього року за використання цих технологічних прийомів починалася з третього року вегетації. У варіантах із дворазовою обробкою препаратом Вимпел-К коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим (3,8 і 4,7), а рівень рентабельності за застосування цих варіантів була – 230,1 та 276,1 проти 66,3 % (традиційна технологія). Для виробництва доцільно рекомендувати одно-дворазове позакореневе підживлення препаратом Вимпел-К за мінерального удобрення плантації міскантусу у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ і замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К із дворазовою обробкою препаратом Вимпел-К.

Список використаних джерел

1. Роїк М. В., Сінченко В. М., Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Концепція розвитку біоенергетики в Україні на період до 2035 року. Біоенергетика. 2019. Вип. 2. С. 4-9.
2. Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка агропромислового виробництва АПК. 2018. Вип. 8. С. 17-23.
3. Гументик М. Я., Бондар В. С. Економічна і енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур на біопаливо Біоенергетика №1 (11). С. 16-19.
4. План дій по біомасі для України. URL www.biomass.kiev.ua
5. Дячук О. та ін. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року: Звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку біоенергетичного сектору. / за заг. Ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ: ТОВ «АРТ КНИГА». 2017. 88 с.

6. Роїк М.В., Сінченко В.М., Пиркін В.І., Квак В.М. та ін Міскантус в Україні: Монографія. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. 256 с.
7. Дрига В. В. Формування маточних кореневищ міскантусу гігантського залежно від якості садивного матеріалу та умов вирощування. Новітні агротехнології. 2017. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122117>.
8. Курило В. Л. Ганженко О., Квак В., Замойський О., Зиков П. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу. К. 2012. 22 с. URL: <http://sugarbeet.gov.ua/metod/miscanthus.pdf>
9. McKervey Z., Woods V. B., Easson D. L. Miscanthus as an energy crop its potential for Nonthern Ireland. 2008. AFBI Hillsborough, 80s.
10. Plant Crops Bioenergy Research UK: URL: <http://www.tsec-biosys.ac.uk/index.php?p=8&t=1&ss=4>.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

11. Ruan Stewart. The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan. (2009). Ruan Stewart, Fabian Fernandez, Aya Nishiwaky et al. GCB Bioenergy. ґ 2. P. 65-72

12. Kharitonov M, Pidlisnyuk V, Stefanovska T, Babenko M, Martynva N, Rula I (2019). The estimation of *Miscanthusxgiganteus* adaptive potential for cultivation on the mining and post-mining lands in Ukraine. Environ Sci Pollut Res 26:2974–2986. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3741-0>.

References

1. Roik M. V., Sinchenko V. M., Bondar V. S., Fursa A. V., Humentyk M. Ya. (2019). Kontseptsiia rozvytku bioenerhetyky v Ukraini na period do 2035 roku. Bioenerhetyka. Vyp. 2. S. 4-9.

2. Bondar V. S., Fursa A. V., Humentyk M. Ya. (2018). Stratehiia ta priorytety rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. Ekonomika ahropromysloвого vyrobnytstva APK. Vyp. 8. S. 17-23.

3. Humentyk M. Ya, Bondar V. S., Ekonomichna i enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur na biopalyvo Bioenerhetyka №1 (11). S. 16-19.

4. Plan dii po biomasi dlia Ukraini. URL www.biomass.kiev.ua

5. Diachuk O. ta in. (2017). Perekhid Ukrainy na vidnovliuvalnu enerhetyku do 2050 roku: Zvit za rezultatamy modeliuvannia bazovoho ta alternatyvnykh stsenariiv rozvytku bioenerhetychnoho sektoru. / za zah. Red. Yu. Oharenko, O. Aliievoi. Kyiv: TOV «ART KNYHA». 88 s.

6. Roik M.V., Sinchenko V.M., Pyrkin V.I., Kvak V.M. ta in. (2019). Miskantus v Ukraini: Monohrafiia. K.: FOP Yamchynskiy O.V., 256 s.

7. Dryha V. V. (2017). Formuvannia matochnykh korenevishch miskantusu hihantskoho zalezho vid yakosti sadyvnoho materialu ta umov vyroshchuvannia. Novitni ahrotekhnolohii. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122117>.

8. Kurylo V. L., Hanzhenko O., Kvak V., Zamoiskyi O., Zykov P. (2012). Metodychni rekomendatsii z provedennia peredsadynoho obrobitku gruntu i sadinnia ryzomiv miskantusu. [Elektronnyi resurs] K. 22 s. Rezhym dostupu: <http://sugarbeet.gov.ua/metod/miscantus.pdf>

9. McKervey Z., Woods V. B., Easson D. L. (2008). *Miscanthus* as an energy crop its potential for Nonthern Ireland. AFBI Hillsborough, 80s.

10. Plant Crops Bioenergy Research UK: [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.tsec-biosys.ac.uk/index.php?p=8&t=1&ss=4>.

11. (2009). Ruan Stewart. The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan. Ruan Stewart, Fabian Fernandez, Aya Nishiwaky et al. GCB Bioenergy. ґ 2. R. 65-72.

12. Kharitonov M, Pidlisnyuk V, Stefanovska T, Babenko M, Martynva N, Rula I (2019). The estimation of *Miscanthusxgiganteus* adaptive potential for cultivation on the mining and post-mining lands in Ukraine. Environ Sci Pollut Res 26:2974–2986. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3741-0>.

EFFICIENCY OF GROWTH-PROMOTING AND REGULATING AGENTS IN CULTIVATION OF MISCANTHUS BIOMASS IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

V. M. Katelevskiy, M. Ya. Humentyk, V.S. Bondar

Abstract. *The article presents the indicators of economic efficiency of growing miscanthus biomass for the production of solid biofuels. The energy efficiency coefficient is calculated as the ratio of energy input to energy output.*

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

The aim of the study was to assess the efficiency of the use of plant growth-promoting and regulating products Vypel-K and Quantum-Gold in the cultivation of miscanthus biomass in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Return on investments starts since the third year of harvesting. The gross income after the fourth vegetation season was 392 900 UAH per hectare. The highest energy efficiency index (4.2–4.4) calculated for the first-year harvest was in the following treatments: single and double dose of NPK, single and double treatment with Vypel-K. Profitability in these treatments was the highest and ranged from 345.3 to 341.4%.

The proposed new component of cultivation technology – soaking the rhizomes before planting in the growth-regulating and promoting products Quantum Gold and Vypel-K is economically justified. The return on investments after the sale of the miscanthus biomass for the use of these techniques starts since the third year of cultivation.

Keywords: *bioenergy; miscanthus; biomass; growth-regulating agents; and cultivation and treatment technology; economic efficiency; energy yield*

**ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНА КАПА-КАЗЕЇНУ У КОРІВ РІЗНИХ ПОРІД
МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ**

І. Д. МІТІОГЛО, аспірант*

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

E- mail: ilia.mitioglo77@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.009>

Анотація. Генетичний поліморфізм білків молока, зокрема капа-казеїну, викликає значний дослідницький інтерес через можливі його асоціації з економічно важливими ознаками молочної худоби.

Метою дослідження було визначення поліморфізму гена капа-казеїну та його асоціації з ознаками молочної продуктивності у корів різних порід. Поліморфізм гена капа-казеїну досліджували в корів української червоно-рябої молочної (УЧЕРМ), української чорно-рябої молочної (УЧРМ), монбельярдської (М) порід і кросбредних корів, отриманих від схрещування корів української червоно-рябої молочної породи із монбельярдськими бугаями. ДНК-дослідження проведені у відділі генетики й біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН з використанням методу ПЛР-ПДРФ.

У результаті досліджень виявлено три генотипи гена капа-казеїну: АА, АВ, ВВ. Генотипи АА і АВ виявлено в усіх досліджених групах корів, генотип ВВ зустрічався лише у корів монбельярдської породи з частотою 0,366. Найвищий надій за 305 днів першої лактації серед усіх досліджених корів був у кросбредних корів з генотипом АВ (7029 кг), найнижчий – у кросбредних тварин з генотипом АА (6359 кг). За розподілом генотипів і алелів гена капа-казеїну вітчизняні породи УЧРМ і УЧЕРМ подібні за генетичною структурою і мають низьку концентрацію В-алельного варіанту, очевидно, завдяки тому, що створення цих порід відбувалось шляхом відтворювального схрещування з голштинською породою, у популяціях якої відсоток цього алеля досить низький. Наявність у досліджених груп первісток саме таких генотипів визначається особливостями селекційної роботи у стаді ДП «ДГ “Нива” Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН». Результати досліджень генотипів та алелів гена капа-казеїну є додатковою генетичною характеристикою тварин, що дає можливість створення стад з бажаними ознаками молочної продуктивності

Ключові слова. капа-казеїн, поліморфізм, велика рогата худоба, ПЛР- ПДРФ

Актуальність. В останні роки генетичний поліморфізм білків молока викликає значний дослідницький інтерес через можливі

асоціації між генотипами молочних білків та економічно важливими ознаками молочної худоби. Науковці повідомляють, що певні варіанти

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук Дзіцюк Валентина Валентинівна

Мітїогло І. Д.

молочного білка можуть бути пов'язані з рівнем надою [4], складом молока [9] та виробництвом сиру [8]. Тому гени білків молока можуть бути корисними як генетичні маркери для додаткових критеріїв відбору в молочному скотарстві. Такими є гени, що кодують казеїни – групу білків, які присутні у молоці усіх видів ссавців і їх частка у загальній кількості білкових речовин молока становить близько 80 %. Одним із генів, які контролюють вихід та якість молока і молочних продуктів є ген капа-казеїну. У зв'язку з цим він представляє собою важливий селекційний критерій для оцінки молочних порід великої рогатої худоби.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Казеїни існують у формі чотирьох фракцій – α , β , γ , κ [2] і різняться за розчинністю, чутливості до іонів кальцію і за фізико-хімічними властивостями. Капа-казеїн (CSN3, κ -Cn) є єдиною фракцією, яка руйнується під дією сичужного ферменту і здатна стабілізувати казеїновий комплекс молока. Основою білкового поліморфізму капа-казеїну є одиничні амінокислотні заміни.

Ген κ -казеїну містить послідовність 13 kb, розділену на 5 екзонів [1]. Вченими виділено 7 алелей гена капа-казеїну: А, В, С, Е, F, G, Н. Найчастіше зустрічаються алельні варіанти А і В, які відрізняються за амінокислотами:

варіант А має амінокислотну заміну триптофана на ізолейцин, В – аспарагіну на аланін [1]. Встановлено, що алель В асоціюється з термічним опором, меншим часом згортання, кращими властивостями сиру. Вихід сиру з молока корів з генотипом ВВ на 10 % вищий у порівнянні з коровами з генотипом АА [3], що є важливим чинником у розведенні молочної худоби.

Метою нашого дослідження було визначення можливого поліморфізму гена капа-казеїну та його асоціації з характеристиками молочної продуктивності у корів різних порід, що розводяться у ДП «ДГ «Нива» Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН».

Матеріали і методи дослідження. Поліморфізм гена капа-казеїну досліджували у корів української червоно-рябої молочної (УЧерМ), української чорно-рябої молочної (УЧРМ), монбельярдської (М) і кросбредних корів, отриманих від схрещування місцевих корів української червоно-рябої молочної породи із монбельярдськими бугаями.

ДНК дослідження проведені у відділі генетики і біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН. Для проведення досліджень використовували зразки крові. Поліморфні варіанти гена капа-казеїну досліджували методом ПЛР-ПДРФ.

Мітїогло І. Д.

Виділення ДНК проводили з використанням стандартного набору «ДНК-сорб» («Амплі-Сенс», РФ). Для здійснення ПЛР використовували реакційну суміш (10 мкл): 5,6 мкл деіонізованої води, 1,5 мкл буфера ПЛР, 0,5 мкл dNTP, 0,8 мкл двох

праймерів, 0,1 мкл Tag-полімерази, 1,5 мкл ДНК. Ампліфікацію фрагменту гена капа-казеїну проводили з використанням специфічних праймерів (S. Rinder, 1991), (табл.1).

1. Умови ПЛР-дослідження поліморфізму гена капа-казеїну

Блок молока	Праймер	ПЛР профіль			ПЛР продукт	Рестрик таза
Капа-казеїн	5'-GAAATCCSTACCATCAATACC-3' 5'CCATCTAC STAGTTTAGATG-3'	94 ⁰ C	3 хв	30 циклів	273 пн	Hinf I
		94 ⁰ C	30 с			
		58 ⁰ C	30 с			
		72 ⁰ C	30 с			
		72 ⁰ C	5 хв			

Продукти ампліфікації розділяли методом електрофорезу у 2 % агарозному гелі після фарбування гену бромистим етидієм. Візуалізацію здійснювали на транслюмінаторі в УФ-світлі з наступним фотографуванням електрофореграм цифровою камерою. Диференціацію ампліконів за розмірами проводили за допомогою маркера молекулярних мас Ladder Low Range.

Дані про молочну продуктивність корів-первісток аналізували за результатами контрольних доїнь корів-первісток досліджених порід.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за використання методів математичної статистики та за допомогою стандартних комп'ютерних програм.

Результати досліджень та їх обговорення. Продуктом ПЛР гена

капа-казеїну з використанням специфічних праймерів (CSN3-F та CSN3-R) був фрагмент ДНК 273 п.н. Його розщеплення за допомогою рестрикційної ендонуклеази HinfI призвело до утворення чотирьох фрагментів, тобто 224, 133, 91 та 49 п.н. (рис. 1).

Три фрагменти розміром 133, 91, 49 п.н. являють собою гомозиготний генотип AA, фрагменти розміром 224 і 49 п.н. – генотип BB, 224, 133, 91, 49 – гетерозиготи AB за геном капа-казеїну.

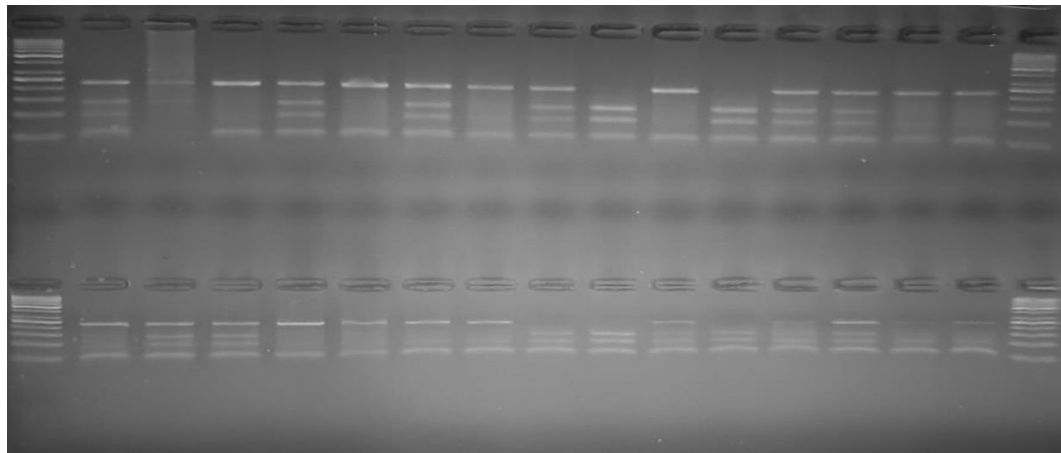
У результаті досліджень виявлено три генотипи: AA, AB, BB. В усіх досліджених групах корів-первісток виявлено генотип AA з частотою від 0,166 у первісток монбельярдської породи до 0,588 у УЧРМ. Генотип BB виявлено лише у корів монбельярдської породи, у порід УЧРМ, УЧеРМ та у

Мігіогло І. Д.

кросбредних особин він відсутній

(табл.2).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17



M AB AB AB AB AB AB AB AB AA AB AA AB AB AB AB ПЛР

Рис. 1. Продукти рестрикції фрагмента гена капа-казеїна. Доріжки: 1 – маркер молекулярних мас; 2-15 генотипи тварин; 19 – ПЛР-продукт, 273 п.н.

2. Частоти генотипів і алелів за локусом капа казеїну у досліджених груп корів-первісток

порода	геноти п	Кількіс ть тварин	Частота генотип у	алель	Частота алелю	χ^2	Гетерозиготність	
							фактичн а (Hobs)	очікувана (Hex)
УЧеРМ	AA	16AA	0,533	A	0,766	4,87	0,466	0,359
	AB	14	0,466	B	0,233			
	BB							
УЧРМ	AA	10	0,588	A	0,794	2,48	0,411	0,328
	AB	7	0,411	B	0,205			
	BB	-	-					
М	AA	5	0,166	A	0,400	0,02	0,467	0,480
	AB	14	0,466	B	0,600			
	BB	11	0,366					
УЧеРМ×М	AA	8	0,381	A	0,690	4,7	0,619	0,428
	AB	13	0,619	B	0,309			
	BB							

Мітїогло І. Д.

Гетерозиготний генотип АВ виявлений в усіх досліджених групах корів з різною частотою. Так, у корів монбельярдської породи він зустрічався майже у три рази частіше, ніж генотип АА. У групах корів УЧеРМ і УЧРМ частота гетерозиготного генотипу АВ поступалась гомозиготному АА відповідно на 12 % і 30 %.

Встановлено, що частота алеля А найвища 0,766 у первісток УЧРМ, тоді як найнижчою (0,400) вона є у корів монбельярдської породи. Алель В, що важливо для переробних властивостей молока, у корів УЧеРМ і УЧРМ присутній лише в гетерозиготах АВ з невеликою різницею. У кросбредних тварин частота гетерозиготних генотипів АВ на чверть вища порівняно із УЧеРМ, однак у них теж відсутній бажаний ВВ-варіант. У корів монбельярдської породи гомозиготний генотип ВВ виявлений з частотою 0,366 наряду з гетерозиготним генотипом АВ з частотою 0,466, що свідчить про значну перевагу бажаного алелю В у даній дослідженій групі тварин.

Як свідчить аналіз результатів дослідження, фактична гетерозиготність (Hobs) за геном капа-казеїну у УЧеРМ і помісей перевищує значення очікуваної (Hex). У корів монбельярдської і УЧРМ порід спостерігається невелика перевага Hex. Очікувані та передбачувані частоти генотипів статистично не відрізняють у жодній

з досліджених груп. Значення хі-квадрат свідчить, що у досліджених групах корів немає статистично достовірного зсуву генетичної рівноваги за жодним із генотипів. Наряду з цим, гетерозиготизація за локусами капа-казеїну відбувається нерівномірно, у ній більша частка алелю А, що свідчить про тенденцію зникнення В алелю.

У літературних джерелах є повідомлення про зниження частоти алелю В гена капа-казеїну у породах молочної худоби, а в окремих породах про повну його відсутність [11]. Так, Кучерова та ін. [7] повідомили, що алель А (0,60) зустрічається частіше, ніж В (0,38) серед чеської сентиментальної худоби. Подібні висновки щодо частоти алелів та генотипів серед чеської популяції великої рогатої худоби повідомили Voleckova et al. [5]. Curi R.A. et al. [6] виявили більш високу частоту алелю А серед великої рогатої худоби симентальської та абердин-ангуської порід. Результати досліджень Trakovická A. et al. [10] свідчать, що алель А серед помісних корів симентальської та голштинської порід зустрічався частіше, ніж алель В. Результати нашого дослідження узгоджуються з повідомленнями цих авторів.

Аналіз молочної продуктивності показав, що найвищий надій за 305 днів першої лактації був у кросбредних корів з генотипом АВ і переважав з достовірною різницею

Мітїогло І. Д.

($p < 0,001$) аналогічний показник корів цієї ж групи з генотипом АА на 670 кг. Рівень надою у корів з генотипами АА і АВ у первісток УЧеРМ і УЧеРМ мало відрізнявся.

У групі первісток монбельярдської породи вищий рівень надою асоційований із капа-казеїновим генотипом ВВ (6938 кг) і переважав надій корів з генотипом

АА на 288 кг із статистично значущою різницею ($p < 0,01$). Від корів порід УЧеРМ, УЧРМ, М з гетерозиготним генотипом АВ отримано вищий надій на 47-56 кг відповідно, ніж від тварин із генотипом АА. У групі корів УЧеРМ×М різниця між генотипами АВ і АА виявилась суттєво значущою ($p < 0,05$) – 670 кг.

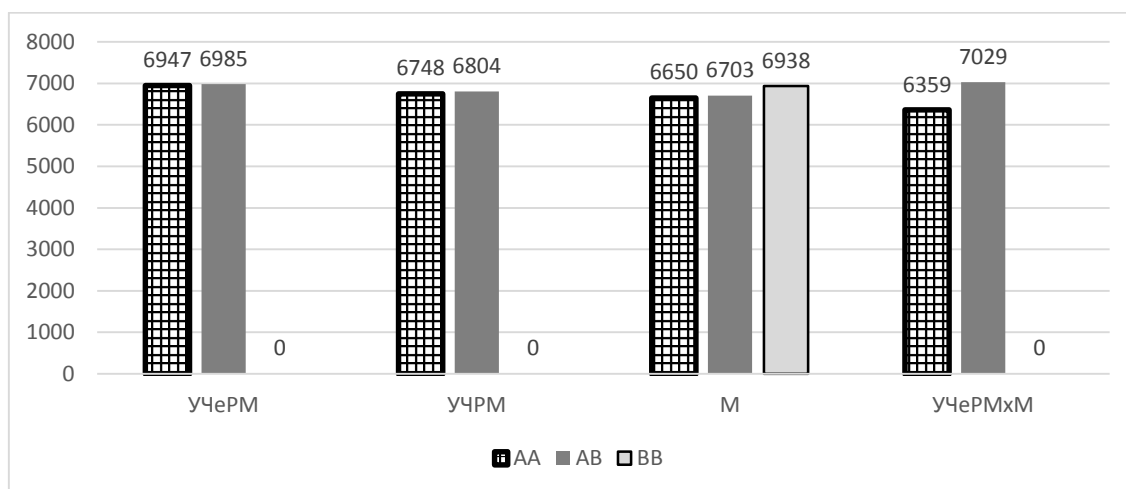


Рис. 2. Надій корів-первісток УЧеРМ, УЧРМ, М і УЧеРМ×М з різними варіантами генотипів за геном капа-казеїну

Отже, можна зазначити, що генотипи АВ можуть мати більший вплив на певні лактогенні ознаки корів молочного напрямку продуктивності.

Висновки і перспективи.

Отримані результати щодо поліморфізму гена капа-казеїну у вітчизняних порід УЧРМ і УЧеРМ свідчать про те, що їх генетична структура за розподілом його варіантів генотипів і алелів і низькою концентрацією В-алельного варіанту подібна, очевидно, завдяки тому, що створення цих порід відбувалось шляхом відтворювального схрещування з голштинською

породою, у популяціях яких відсоток алеля гена капа-казеїна ВВ досить низький. У корів монбельярдської породи концентрація В-алельного варіанту двічі вища за концентрацію А-варіанту. Наряду з цим у генотипах кросбредних корів, отриманих від схрещування корів УЧеРМ з монбельярдськими бугаями відсутній гомозиготний варіант ВВ, хоча гетерозиготний генотип майже вдвічі переважає гомозиготний АА, що все-

Мітюрло І. Д.

таки свідчить про вищу концентрацію алелю В порівняно із тваринами порід УЧерМ і УЧРМ. Наявність у дослідженої популяції саме таких генотипів визначається особливостями селекційної роботи у стаді ДГ “Нива”, яка проводиться відповідно до визначеного напрямку продуктивності. Результати наших

досліджень, як і досліджень інших авторів, свідчать що інформація щодо розподілу варіантів генотипів та алелів гена капа-казеїну є додатковою характеристикою стад, що дає змогу селекціонерам створити стада з бажаними ознаками молочної продуктивності.

Список використаних джерел

1. Alexander L.J., Stewart A.F., Mackinlay A.G., Kapelinskaya T.V., Tkach T.M. Isolation and characterization of the bovine kappa-casein gene. *Eur J Biochem.* 1988. Vol. 178. No. 2. P.395-401. 5
2. Alipanah M, Kalashnikova L, Rodionov G. Kappa-casein genotypic frequencies in Russian breeds Black and Red Pied cattle. *Iran. J. Biotec.* 2005. No.3. P.191–194.
3. Azevedo A.L., Nascimento C.S., Steinberg R.S., Carvalho M.R., Peixoto M.G., Teodoro R.L., Verneque R.S., Guimarães S.E., Machado M.A. Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. *Genet Mol Res.* 2008. Vol. 7. No. 3. P.623- 630.
4. Bech A.M., Kristiansen K.R. Milk protein polymorphism in Danish dairy cattle and the influence of genetic variants on milk yield. *J Dairy Sci* 1990. No.57. P. 53-63.
5. Boleckova J., Matejickova J., Stipkova M., Kyselova J., Barton L. The association of five polymorphisms with milk production traits in Czech Fleckvieh cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 2012. No. 57. P. 45-53.
6. Curi R.A., Oliveira H.N.D., Gimenes M.A., Silveira A.C., Lopes C.R. Effects of CSN3 and LGB gene polymorphisms on production traits in beef cattle. *Gen. Mol. Biol.* 2005. No. 28. P. 262–266.
7. Kučerová J, Metějčková A, Jandurová OM, Sørensen P, Němcová E, Stipková M, Kott T, Bouška J, Frelich J. Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci.* 2006. No. 51. P:241–247.

8. Ng-Kwai-Hang K.F. Genetic polymorphism of milk proteins: Relationship with production traits, milk composition and technological properties. *Can J Anim Sci* 1998. Vol. 78 (Suppl). P.131-147.
9. Robitaille G., Britten M., Morisset J., Petitclerc D. Quan-titative analysis of β -lactoglobulin A and B genetic variants in milk of cows β -lactoglobulin AB throughout lactation. *J Dairy Sci.* 2002. Vol. 69. P. 651-65.
10. Trakovická A, Moravčíková N, Navrátilová A. Kappa-casein gene polymorphism (CSN3) and its effect on milk production traits. *Acta fytotechnica et zootechnica. Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae;* 2012. No. 3. P. 61–64.
11. Журавель Е.В., Глазко В.И. Полиморфизме по локусу к-казеїна молока у різних порід крупного рогатого скота. *Сельскохозяйственная биология.* 1999. № 2. С. 120-124.

References

1. Alexander L.J., Stewart A.F., Mackinlay A.G., Kapelinskaya T.V., Tkach T.M. (1988). Isolation and characterization of the bovine kappa-casein gene. *Eur J Biochem.* Vol. 178. No. 2. P.395-401.
2. Alipanah M, Kalashnikova L, Rodionov G. (2005). Kappa-casein genotypic frequencies in Russian breeds Black and Red Pied cattle. *Iran. J. Biotec.* No.3. P.191–194.
3. Azevedo A.L., Nascimento C.S., Steinberg R.S., Carvalho M.R., Peixoto M.G., Teodoro R.L., Verneque R.S., Guimarães S.E., Machado M.A. (2008). Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. *Genet Mol Res.* Vol. 7. No. 3. P.623- 630.
4. Bech A.M., Kristiansen K.R. (1990). Milk protein polymorphism in Danish dairy

Митиогло І. Д.

cattle and the influence of genetic variants on milk yield. J Dairy Sci No.57. P. 53-63.

5. Boleckova J., Matejickova J., Stipkova M., Kyselova J., Barton L. (2012). The association of five polymorphisms with milk production traits in Czech Fleckvieh cattle. Czech J. Anim. Sci., No. 57. P. 45-53.

6. Curi R.A, Oliveira H.N.D., Gimenes M.A., Silveira A.C., Lopes C.R. (2005). Effects of CSN3 and LGB gene polymorphisms on production traits in beef cattle. Gen. Mol. Biol. No. 28. P. 262–266.

7. Kučerová J, Metějčíková A, Jandurová OM, Sørensen P, Němcová E, Stipková M, Kott T, Bouška J, Frelich J. (2006). Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. Czech J. Anim. Sci. No. 51. P:241–247.

8. Ng-Kwai-Hang K.F. (1998). Genetic polymorphism of milk proteins: Relationship with production traits, milk composition and technological properties. Can J Anim Sci Vol. 78 (Suppl). P.131-147.

9. Robitaille G., Britten M., Morisset J., Petitclerc D. (2002). Quantitative analysis of β -lactoglobulin A and B genetic variants in milk of cows β -lactoglobulin AB throughout lactation. J Dairy Sci. Vol. 69. P. 651-65.

10. Trakovická A, Moravčíková N, Navrátilová A. (2012). Kappa-casein gene polymorphism (CSN3) and its effect on milk production traits. Acta fytotechnica et zootechnica. Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae; No. 3. P. 61–64.

11. Zhuravel E.V., Hlazgo V.Y. (1999). Polymorfyzme po lokusu κ -казейна молака у разлычныkh пород крупного рогатого скота. Selskokhoziaistvennaia byolohyia. № 2. С. 120-124 (in Russian).

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА У КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

И. Д. Митиогло

Аннотация. Генетический полиморфизм белков молока, в частности каппа-казеина, вызывает значительный исследовательский интерес из-за возможных его ассоциаций с экономически важными признаками молочного скота.

Целью исследования было определение полиморфизма гена каппа-казеина и его ассоциации с признаками молочной продуктивности у коров разных пород. Полиморфизм гена каппа-казеина исследовали у коров украинской красно-рябой молочной (УЧерМ), украинской черно-рябой молочной (УЧРМ), монбельярдської (М) пород и кросбредних коров, полученных от скрещивания коров украинской красно-рябой молочной породы с монбельярдськими быками. ДНК-исследования проведены в отделе генетики и биотехнологии животных Института разведения и генетики животных имени ГО Зубец НААН с использованием метода ПЦР-ПДРФ.

В результате исследований выявлено три генотипа гена каппа-казеина: АА, АВ, ВВ. Генотипы АА и АВ обнаружено во всех исследованных группах коров, генотип ВВ встречался только у коров монбельярдської породы с частотой 0,366. Самый высокий надой за 305 дней первой лактации всех исследованных коров был в кросбредных коров с генотипом АВ (7029 кг), самый низкий - в кросбредных животных с генотипом АА (6359 кг). По распределению генотипов и аллелей гена каппа-казеина отечественные породы УЧРМ и УЧерМ подобные по генетической структуре и имеют низкую концентрацию В-аллельного варианта, очевидно, благодаря тому, что создание этих пород происходило

Мітіюгло І. Д.

путем воспроизводительного скрещивания с голштинской породой, в популяциях которой процент этого аллеля достаточно низкий. Наличие в исследованных групп первенец именно таких генотипов определяется особенностями селекционной работы в стаде ГП «ОХ» Нива "Института разведения и генетики животных имени М.В. Зубца НААН ». результаты исследований генотипов и аллелей гена каппа-казеина является дополнительной генетической характеристикой животных, дает возможность создания стад с желательными признаками молочной продуктивности

Ключевые слова: каппа-казеин, полиморфизм, крупный рогатый скот, ПЦР ПДРФ

CAPA-CASEIN GENE POLYMORPHISM IN COWS OF DIFFERENT BREEDS OF DAIRY PRODUCTIVITY

I. D. Mitioglo

Abstract. Genetic polymorphism of milk proteins, in particular kappa-casein, is of considerable research interest due to its possible associations with economically important traits of dairy cattle.

The aim of the study was to determine the polymorphism of the kappa-casein gene and its association with signs of milk productivity in cows of different breeds. Polymorphism of the kappa-casein gene was studied in cows of Ukrainian red-spotted dairy (UCHERM), Ukrainian black-spotted dairy (UCHRM), Montbeliard (M) breeds and crossbred cows obtained by crossing cows of Ukrainian red-spotted dairy breed with Mongolians. DNA studies were performed in the Department of Animal Genetics and Biotechnology of the Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets NAAS using the PCR-RFLP method.

As a result of research, three genotypes of the kappa-casein gene were identified: AA, AB, BB. Genotypes AA and AB were found in all studied groups of cows, genotype BB was found only in cows of Montbeliard breed with a frequency of 0.366. The highest hopes for 305 days of the first lactation among all studied cows were in crossbred cows with genotype AB (7029 kg), the lowest - in crossbred animals with genotype AA (6359 kg). According to the distribution of genotypes and alleles of the kappa-casein gene, domestic breeds of UCHRM and UCHERM are similar in genetic structure and have a low concentration of B-allelic variant, apparently due to the fact that these breeds were created by reproductive crossing with Holstein breed, in populations of which this allele quite low. The presence of such genotypes in the studied groups of first-borns is determined by the peculiarities of selection work in the herd of SE "DG" Niva "of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after MV Tooth of NAAS ». Research results genotypes and alleles of the kappa-casein gene is an additional genetic characteristic of animals, which makes it possible to create herds with the desired characteristics of milk productivity

Keywords: kappa-casein, polymorphism, cattle, PCR-RFLP

**АКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ
ОРГАНІЗМУ КОРОПА ЗА ВПЛИВУ СТРЕСОВИХ ЧИННИКІВ ТА
ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ РОЗТОРОПШІ ПЛЯМИСТОЇ****І. І. ГРИЦИНЯК**, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН,
директор, <https://orcid.org/0000-0003-1419-8284>E-mail: hrytsyniak@ukr.net**О. В. ДЕРЕНЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник, завідувач лабораторії, <https://orcid.org/0000-0002-8246-9456>E-mail: derenj@ukr.net**М. З. КОРИЛЯК**, кандидат сільськогосподарських наук, науковий
співробітник, <https://orcid.org/0000-0001-8235-5400>E-mail: stasiv8@gmail.com**Р. А. ПАЛАМАРЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, науковий
співробітникE-mail: feeding@if.org.ua**Інститут рибного господарства НААН**<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.010>

***Анотація.** Інтенсифікаційні заходи під час вирощування коропа супроводжуються виникненням стресових чинників, що негативно впливає на продуктивні характеристики та функціональний стан органів і систем організму риб. Одним зі способів протидії їхнього негативно впливу на організм є стимулювання системи антиоксидантного захисту.*

Метою роботи є аналіз ефективності використання в годівлі коропа рослинної добавки з антиоксидантними властивостями – розторопші плямистої: за оптимальних умов утримання (Дослід 1) та за впливу поширених у рибництві стресових чинників, а саме: забруднення водного середовища біогенними елементами (Дослід 2) та такого ж забруднення у комплексі зі зниженням вмісту розчиненого у воді кисню (Дослід 3).

У дослідженнях використано однорічків коропа, яких розділили на дослідні й контрольні групи в межах кожного з трьох варіантів досліду. Контрольні групи риб отримували комбікорм із вмістом протеїну 23 %. Коропу дослідних груп додатково до корму методом гранулювання ввели здрібнене насіння розторопші плямистої у кількості 5 %. Експериментальна годівля тривала 20 діб.

Відповідно до загальноприйнятих у рибництві методів та мети експерименту, забезпечено фізико-хімічні параметри водного середовища. Проаналізовано показники пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та активності системи антиоксидантного захисту (САЗ) організму.

Визначено, що за згодовування однорічкам коропа розторопші, за оптимальних умов вирощування, у м'язах дослідної групи спостерігається деяка

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

тенденція до зростання активності каталази (на 14,6 %), а вміст СОД, ТБК-продуктів і дієнових кон'югатів перебуває на тому ж рівні, що і у контролі. У гепатопанкреасі рівень каталази, навпаки, децю знижується відносно контролю, прослідковується тенденція до зниження ТБК-продуктів та на 75 % знижується вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,05$).

За згодовування розторопші, за забруднення водного середовища біогенними елементами, у м'язах практично втричі зростає вміст СОД ($p < 0,01$). Активність каталази має тенденцію до зниження, а вміст ТБК-продуктів і дієнових кон'югатів – до збільшення на 51 %. У гепатопанкреасі спостерігається тенденція до зниження усіх вищезазначених показників щодо контрольної групи.

Встановлено, що, за введення до корму розторопші в умовах комплексного впливу стрес-чинників, у м'язах коропа зростає вміст СОД ($p < 0,001$). У гепатопанкреасі децю знижується вміст каталази і ТБК-продуктів ($p < 0,01$), зростає вміст СОД ($p < 0,001$) та дієнових кон'югатів ($p < 0,001$).

Отже, антиоксидантні властивості розторопші плямистої, застосовуваної в годівлі коропа, є більш вираженими за наявності стрес-чинників середовища, порівняно з оптимальними умовами вирощування.

Ключові слова: короп, годівля, розторопша плямиста, інтенсифікація виробництва, стрес-чинники, антиоксидантні ензими, пероксидне окиснення ліпідів.

Актуальність. Традиційним і головним об'єктом ставової аквакультури України є короп. Біолого-технологічні аспекти вирощування родини коропових широко вивчені [1]. Проте, у процесі ведення рибогосподарської діяльності в межах кожної окремої екосистеми виникає низка чинників, що лімітують отримання оптимальних показників ефективності виробництва. Зокрема, відомо, що екологічні та кліматичні чинники, безпосередньо впливають на фізико-хімічний режим водойм, а, відповідно, – на функціональний стан організму та продуктивні показники об'єктів культивування. Крім того, інтенсифікація у ставовій аквакультурі також зумовлює

додаткове біологічне навантаження на водне середовище [2]. У результаті відбувається зниження ефективності виробництва. Тобто, лише науково обґрунтоване забезпечення біологічних потреб коропа відповідно до етапу онтогенезу в умовах ставової аквакультури не здатне повною мірою забезпечити реалізацію його генетично зумовленого потенціалу. Для отримання економічно обґрунтованих рибогосподарських результатів необхідним є пошук шляхів усунення негативного впливу зазначених вище чинників екзогенного та ендогенного походження.

У цьому контексті, в процесі вирощування коропа, перспективним є пошук шляхів та засобів

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

нівелювання впливу стрес-чинників на організм, зокрема підвищення резистентності організму. Це забезпечить можливість покращення фізіологічних показників організму коропа та підвищення рибопродуктивності ставів [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Інтенсифікація виробництва продукції тваринництва є основним стресовим чинником, в результаті якого виникають різноманітні фізіологічні порушення [4]. Відомо, що чутливість тварин до стресу є різною відповідно до віку, статі, технологічних параметрів утримання тощо [5]. Ефективними у даному контексті є використання імуностимуляторів, проте їхнє тривале застосування може призвести до виснаження організму [6].

В умовах ставової аквакультури окремі стресові параметри середовища можуть виникати періодично, зокрема різке зниження вмісту кисню у воді, що може призвести до масової загибелі риби, або, навпаки, – присутнє впродовж тривалого періоду, таке явище, як забруднення водойми до критичного рівня, що, перш за все, залежить від інтенсифікаційних заходів та хімічних параметрів джерела водопостачання [7]. У зв'язку з цим як превентивний засіб доцільно використовувати препарати та кормові добавки з антиоксидантними властивостями. Крім того, відомо, що метаболічні процеси тісно пов'язані з

прооксидантно-антиоксидантним балансом в організмі. Це безпосередньо впливає на показники рентабельності, адже витрати на штучні корми складають основу загальних витрат під час вирощування коропа [8].

Рослинні добавки з антиоксидантними властивостями досить широко використовуються у тваринництві [9]. Ефективність їхнього застосування зумовлена м'якою біологічною дією, на відміну від більшості лікувальних препаратів [10, 11]. Однією з таких рослин з біологічно активними та лікувальними властивостями є розторопша плямиста (*Silybum marianum* L.), якій притаманні антиоксидантні, антиоксидантні, імуномодулюючі, та протизапальні властивості [12, 13]. Дана добавка широко використовується як у медицині, так і ветеринарії. Основною біологічно активною речовиною у складі розторопші є силімарин, якій характерна антиоксидантна властивості [14, 15].

У результаті вивчення та порівняльної характеристики антиоксидантних властивостей розторопші за різних змодельованих умов, буде розширено рекомендації щодо норм і способів застосування даної рослини в годівлі коропа.

Мета дослідження – дослідити антиоксидантні властивості розторопші плямистої за

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

використання її в годівлі коропа з профілактичною метою, а також за впливу стрес-чинників.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження були однорічки нивківського коропа. Експериментальним дослідженням передував 10-добовий зрівняльний період, впродовж якого риб з метою адаптації утримували в ідентичних умовах. Проведено дослідження у трьох варіантах, сформованих відповідно до мети експерименту. Кожен варіант включав дослідну і контрольну групи. Контрольним групам риб згодовували комбікорм з вмістом протеїну 23 %, дослідним – додатково до корму методом гранулювання вводили 5 % здрібненого насіння розторопші плямистої. Експериментальна годівля тривала 20 діб.

У першому варіанті (Дослід 1) однорічків коропа вирощували в акваріумах об'ємом 150 дм³ по 10 екз у кожному, забезпечуючи оптимальні умови утримання.

У другому варіанті (Дослід 2) було змодельоване забруднення водного середовища біогенними елементами в результаті збільшення густоти посадки однорічків: вирощували в акваріумах об'ємом 80 дм³ по 10 екз у кожному.

У третьому варіанті (Дослід 3) застосовано збільшення густоти посадки аналогічно до умов Дослід 2 в комплексі зі зниженням вмісту розчиненого у воді кисню. У даному

варіанті знижували рівень аерації води у акваріумах до критичних значень. Аерацію відновлювали лише на час споживання корму.

Нами проаналізовано якісні показники розторопші плямистої. Встановлено, що використана сировина досліджуваної рослини за вмістом основних речовин відповідає вимогам до лікарських засобів і харчових біологічно активних добавок.

Дослідження проводили, дотримуючись загальноприйнятих у рибництві правил постановки та повторностей [16].

Упродовж проведення експериментальних робіт в акваріумах систематично контролювали кисневий, гідрохімічний та температурний режими. Шляхом автоматичного підігріву температуру води в акваріумах утримували в межах 19–21°C, що є оптимальними значеннями для засвоєння корму та росту коропа. Відбір проб для хімічного аналізу води та їх обробку проводили за загальноприйнятими методиками [17]. Якість води оцінювали згідно загальних вимог та норм у рибництві – СОУ 05.01–37–385:2006 [18]. Визначення вмісту розчиненого у воді кисню проводили подекадно йодометричним методом за Вінклером [19].

Активність системи антиоксидантного захисту (САЗ) за різних умов вирощування було

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

оцінено за активністю ензимів супероксиддисмутази (СОД) та каталази, а також вмістом продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) – дієнових кон'югатів та активних продуктів тіобарбітуратової кислоти (ТБК-продуктів). Використовували гомогенати тканин гепатопанкреасу і скелетних м'язів коропа. Досліджували концентрацію дієнових кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [20]. Визначення концентрації ТБК-продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [21]. Активність СОД – за визначенням відсотку гальмування реакції відновлення нітросинього тетразоліа в присутності феназинметасульфату [22]. Активність каталази – за зміною концентрації H_2O_2 [23]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорд [24].

Аналіз результатів здійснювали за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft Excel. Вираховували середні арифметичні величини (M), середню квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (p) між досліджуваними середньоарифметичними величинами. Статистично вірогідною вважали різницю між значеннями середніх величин за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ [25, 26].

Результати дослідження та їх обговорення. Аналізуючи умови утримання однорічок коропа Досліді 1, варто зазначити, що гідрохімічний режим в акваріумах практично не відрізнявся. Впродовж всього періоду вирощування гідрохімічні показники перебували в оптимальних значеннях для росту і розвитку риби. Концентрація кисню не опускалась нижче нормативних значень і в середньому перебувала на рівні $5,1 \text{ мг/дм}^3$, що забезпечувалось неперервною аерацією води.

У результаті підвищеної густоти посадки однорічок коропа у Досліді 2, деякі хімічні показники у воді перебували на межі нормативних значень, зокрема, нітритів та амонійного азоту, перманганатної та біхроматної окиснюваності. Тобто, вода містила понаднормову кількість забруднень органічного походження, проте в акваріумах проводився щоденний водообмін, а це перешкоджало збільшенню концентрації органічних сполук у воді. Концентрація кисню не опускалася нижче нормативних значень і в середньому була на рівні $7,9 \text{ мг/дм}^3$, що відповідало меті дослідження.

Комплексний вплив підвищеної густоти посадки та зниження вмісту розчиненого у воді кисню у Досліді 3 призвело до граничних з нормою показників перманганатної та біхроматної окиснюваності у воді, а також значного перевищення

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

нормативних показників вмісту нітритів та амонійного азоту. Це зумовлено комплексною дією досліджуваних стрес-чинників. Концентрацію розчиненого у воді кисню регулювали шляхом зниження аерації води, відповідно до мети експерименту, і вона у середньому становила 1,9 мг/дм³.

Для аналізу показників активності САЗ в організмі однорічків коропа обрали гепатопанкреас і скелетні м'язи.

Згідно з результатами досліджень Дослідю 1, можна зробити висновок щодо деяких змін щодо контролю в активності ферментів у гепатопанкреасі риб, яким згодовували розторопшу, а саме – спостерігається незначна тенденція до зниження їхньої активності (рис. 1). У м'язах дослідної групи коропів, яким згодовували розторопшу, є тенденція до зростання активності каталази (на 14,6 %) та деякого зниження вмісту СОД (на 3,9 %).

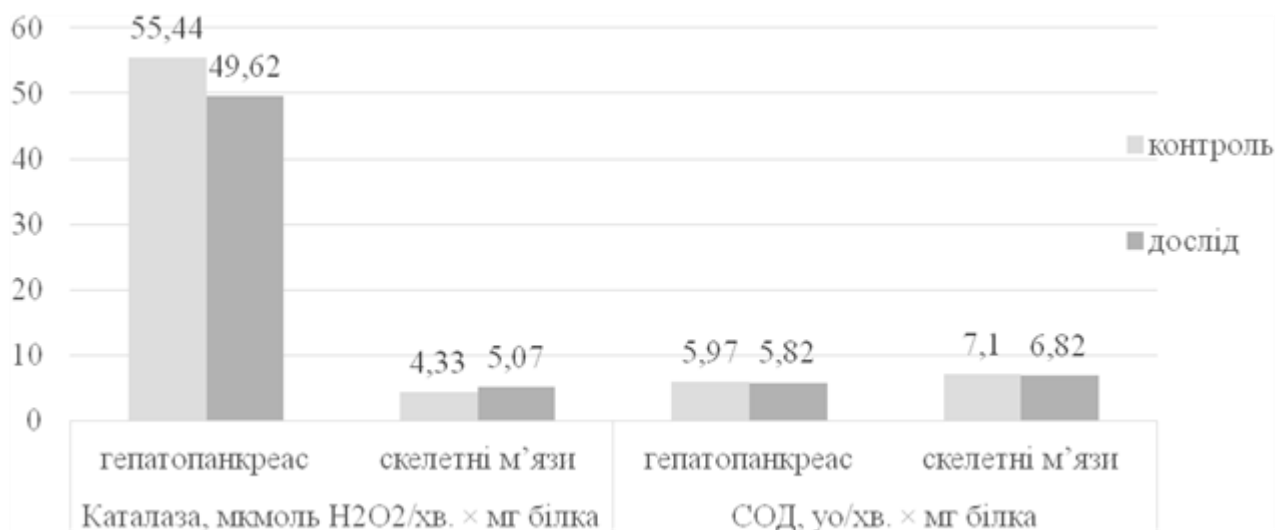
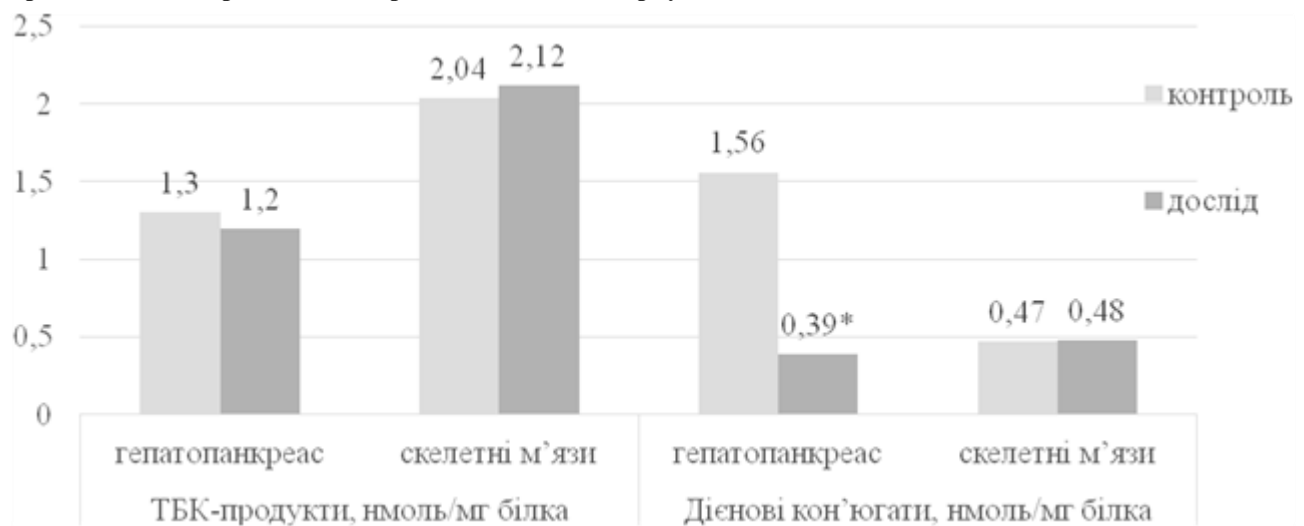


Рис. 1. Активність антиоксидантних ензимів в організмі однорічків коропа за використання в годівлі розторопші плямистої за оптимальних умов утримання ($M \pm m$, $n = 3$)

Щодо продуктів ПОЛ, то їхній вміст теж знижується у гепатопанкреасі (рис. 2). Так, у дослідній групі вміст дієнових кон'югатів був на 75 % нижчим від контролю ($p < 0,05$), в той час як у м'язах залишався практично на однаковому рівні з показниками контрольної групи.

Отримані результати свідчать про те, що за оптимальних умов

виращування біологічно активна добавка розторопші не справляла суттєвого впливу на активність антиоксидантних ензимів у досліджуваних тканинах однорічків коропа. Лише виявлено деяку тенденцію до збільшення вмісту каталази в м'язах та зниження даного показника у гепатопанкреасі. Разом з цим, відмічено зниження вмісту продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі.



Примітка: вірогідна різниця у показниках дослідних груп риб у порівнянні до контрольної на цьому рисунку і надалі: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Рис. 2. Вміст продуктів ПОЛ в організмі однорічків коропа при використанні в годівлі розторопші плямистої за оптимальних умов утримання ($M \pm m$, $n = 3$)

У досліді 2 змодельовано стрес-чинник, що виникає в результаті інтенсифікації виробництва під час вирощування коропа, який призводить до зростання вмісту біогенних елементів у воді. Відомо, що препарати розторопші плямистої здатні нівелювати вплив стресових чинників, які виникають під час годівлі тварин. Розторопша, як потужний гепатопротектор, здійснює ефективну утилізацію аміаку в організмі тварин, запобігаючи його шкідливій дії на печінку.

За згодування розторопші в умовах нітратного забруднення води, не виявлено достовірних змін

досліджуваних показників САЗ у гепатопанкреасі (рис. 3–4). Проте відмічено тенденцію до зменшення як ферментної (каталаза і СОД), так і неферментної (ТБК-продукти, дієнові кон'югати) ланок, відповідно: на 15,3; 8,7; 35,4 та 38,2 %.

У м'язах практично втричі зростає активність СОД ($p < 0,01$), при цьому спостерігається тенденція до збільшення вмісту продуктів ПОЛ на 51 % (рис. 3–4). Таке співвідношення вказує на наявність стресового чинника, але і свідчить про значне зростання активності САЗ за впливу розторопші.

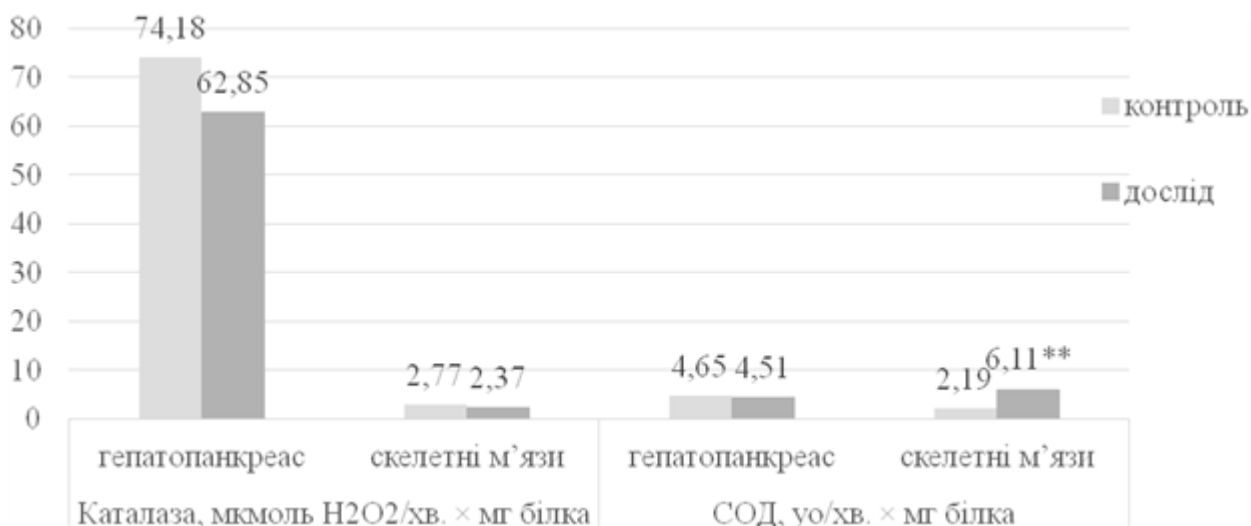


Рис. 3. Активність антиоксидантних ензимів в організмі однорічків коропа в результаті згодовування розторопші плямистої за підвищеного вмісту біогенних елементів у воді (М ± m, n = 3)

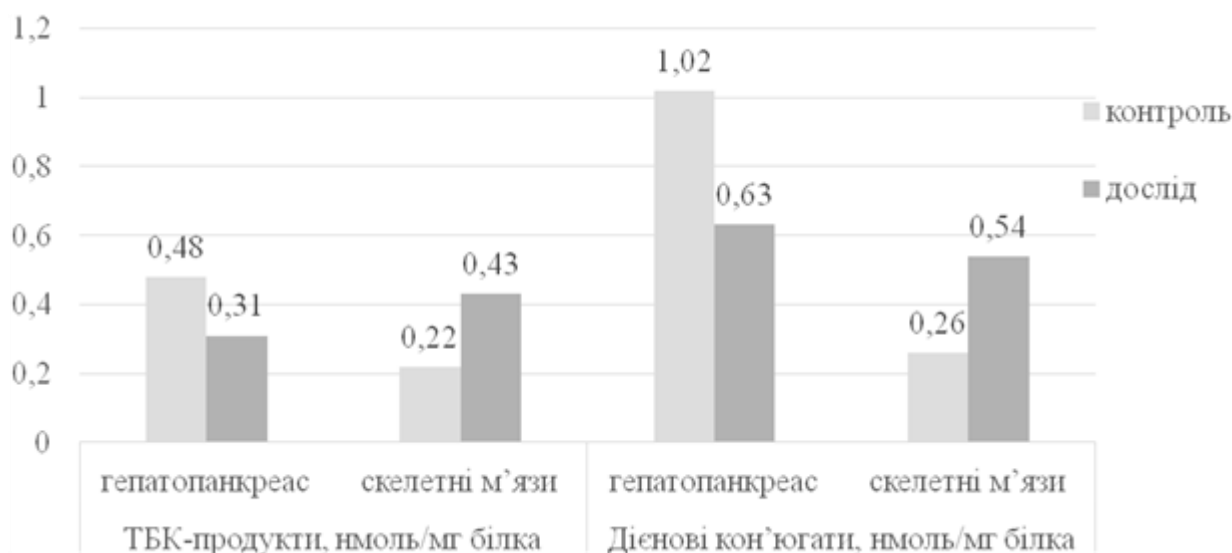


Рис. 4. Вміст продуктів ПОІ в організмі однорічків коропа в результаті згодовування розторопші плямистої за підвищеного вмісту біогенних елементів у воді (М ± m, n = 3)

У Досліді 3 проаналізовано комплексний вплив стрес-чинників на САЗ однорічків коропа: підвищеної густоти посадки риб та зниження вмісту у воді розчиненого кисню. Останнє є досить небезпечним і поширеним явищем під час

виращування коропа, що може викликати масову загибель риби [3].

Встановлено, що у гепатопанкреасі і в м'язах коропів дослідної групи зростає вміст СОД: у гепатопанкреасі – до $5,43 \pm 0,132$ уо/хв. × мг білка ($p < 0,05$), а в м'язах – до $4,98 \pm 0,032$, що відповідно на 20,5 та

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

52,0 % вище контролю (рис. 5). Активність каталази у гепатопанкреасі при цьому знижується на 26,8 %, а в м'язах риб –

відмічено незначну тенденцію до зростання щодо цього показника контрольної групи.

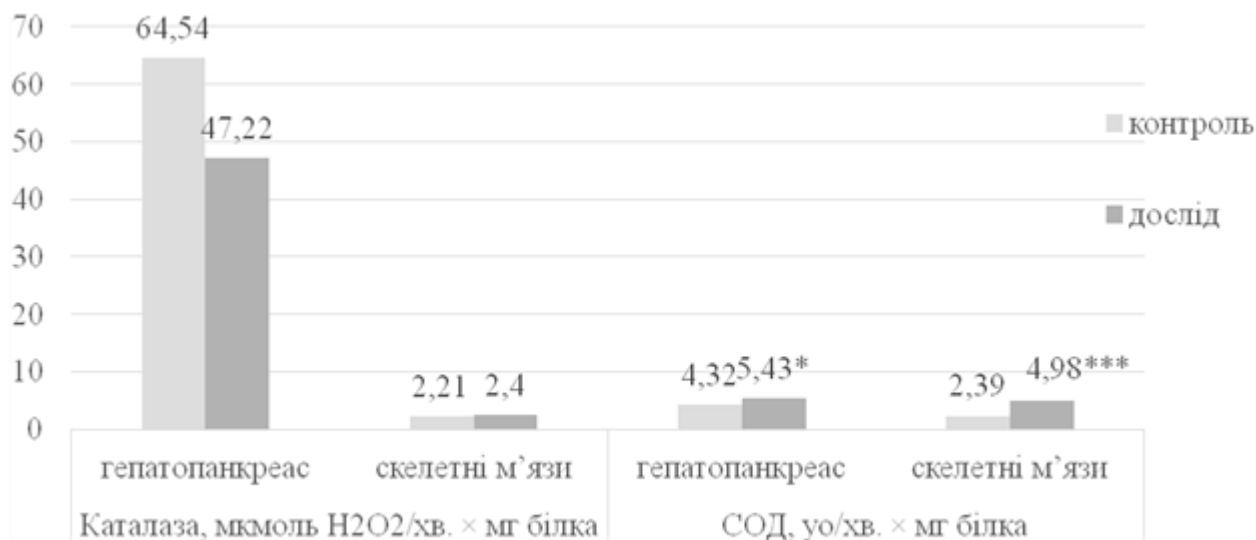


Рис. 5. Вплив згодовування розторопші плямистої однорічкам коропа на активність антиоксидантних ензимів в їхньому організмі за впливу комплексу стрес-чинників ($M \pm m$, $n = 3$)

У гепатопанкреасі зменшується вміст ТБК-продуктів ($p < 0,01$), проте зростає такий дієнових кон'югатів ($p < 0,001$) (рис. 6). Водночас у м'язах

вміст ТБК-продуктів і дієнових кон'югатів практично не відрізняється від показників контрольної групи.

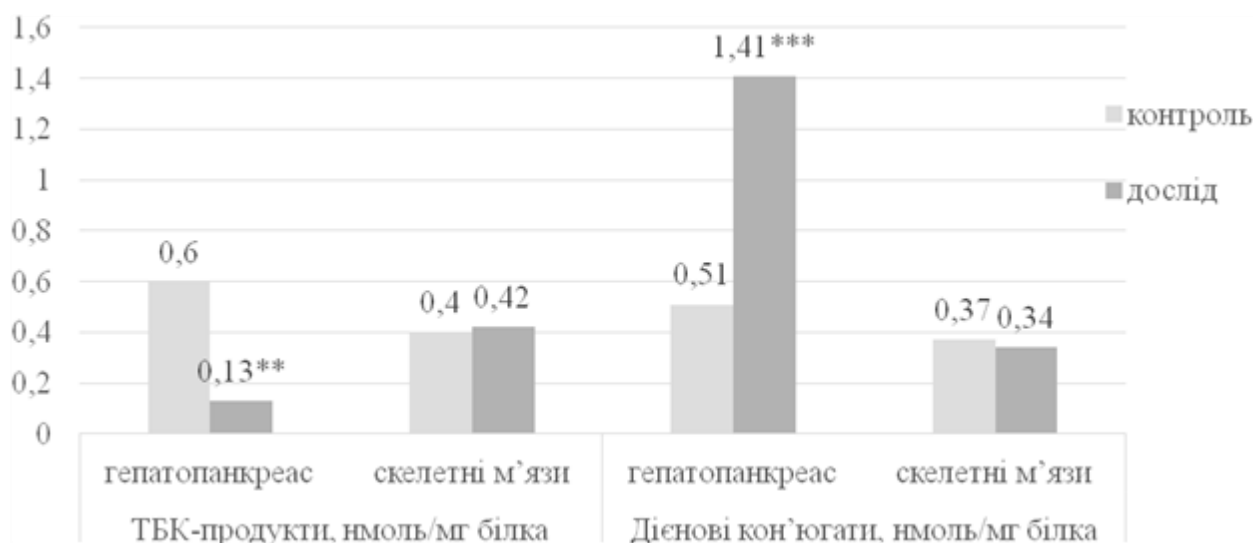


Рис. 6. Вплив згодовування розторопші плямистої однорічкам коропа на вміст продуктів ПОЛ в їх організмі за впливу комплексу стрес-чинників ($M \pm m$, $n = 3$)

Отже, антиоксидантні властивості розторопші плямистої є більш вираженими в результаті застосування в годівлі коропа за наявності стрес-чинників середовища, порівняно з оптимальними умовами вирощування.

Висновки і перспективи. Проведено порівняльний аналіз антиоксидантних властивостей розторопші плямистої, за використання в годівлі коропа за оптимальних умов вирощування та за впливу стрес-чинників (забруднення водного середовища біогенними елементами і його комплексної дії зі зниженням концентрації у воді розчиненого кисню). За оптимальних умов вирощування у м'язах коропа встановлено тенденцію до зростання активності каталази на 14,6 %, а в

Список використаних джерел

1. Харитоновна Н. Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства. Киев : Наукова думка, 1984. 195 с.
2. Грициняк І. І. та ін. Фермерське рибництво. Київ : Герб, 2008. 560 с.
3. Шандрук О. М. Вплив стресових чинників на рибопродуктивність ставів при вирощуванні різновікових груп українського лускатого коропа та засоби їх попередження. Рибогосподарська наука України. 2012. № 1. С. 42-52.
4. Маслянюк Р. П., Олексійчук І. І., Подольский А. И. Определение факторов неспецифической резистентности клеточных и гуморальных механизмов при

печінці зниження вмісту продуктів ПОЛ ($p < 0,05$). За впливу стрес-чинників зростає активність СОД ($p < 0,01-0,001$) і вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,001$), проте окисно-відновні реакції посилюються, що вказує на позитивну динаміку функціонального стану ферментної ланки САЗ.

Використання в годівлі коропа здрібненого насіння розторопші плямистої (5 %) є доцільним як з профілактичною метою, так і для підвищення захисних функцій організму риб. У результаті використання цієї добавки в годівлі коропа можна вирішити проблеми рибних господарств, зумовлені інтенсифікаційними заходами, а саме: зниження приросту та виживаності риби внаслідок гіпоксії і розвитку супутніх захворювань.

инфекционных заболеваний: методические рекомендации для оценки и контроля иммунного состояния животных. Львов, 2001. 87 с.

5. Васильева Е. А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М., 1982. 192 с.

6. Romero J., Feijóo C. G., & Navarrete P. (2012). Antibiotics in aquaculture — use, abuse and alternatives. *Health and Environment in Aquaculture*. Rijeka : InTech, 159-198. <https://doi.org/10.5772/28157>

7. Шерман І. М. Ставове рибництво. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

8. Hasan M. R. (2001). Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough,

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

S. E. McGladdery, & J. R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium*, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. 193-219. *NACA, Bangkok and FAO, Rome*. URL: <https://www.fao.org/3/ab412e/ab412e10.htm>

9. Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини в ХХ–ХХІ століттях. Київ : Аграрна наука, 1997. 823 с.

10. Довженок І. А. К вопросу о безвредности фитопрепаратов. *Провізор*. 2008. № 2. С. 29-32.

11. Козак Т. І. Розторопша плямиста — *Silybum marianum* (L) Gaert. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2012. № 6. С. 86-93.

12. Abenavoli L., Capasso R., Milić N. & Capasso F. Milk thistle in liver diseases: past, present, future. *Phytotherapy Research*. 2010. 24 (10). 1423-1432. <https://doi.org/10.1002/ptr.3207>

13. Колесник М. Д. та ін. Особливості хімічного складу розторопші плямистої. Вісник Полтавської державної академії. 2007. № 1. С. 93-95.

14. Pradhan S. C., & Girish C. Hepatoprotective herbal drug, silymarin from experimental pharmacology to clinical medicine. *Indian. J. Med. Res.* 2006. 124 (5). 491-504.

15. Куркин В. А. Расторопша пятнистая — источник лекарственных средств (обзор). *Химико-фармацевтический журнал*. 2003. Т. 37. С. 27-41. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2003-37-4-27-41>

16. Желтов Ю. О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб. Рибне господарство, 2003. Вип. 62. С. 23-28.

17. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. 412 с.

18. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2013. 21 с. (Стандарт Мінагрополітики України)

19. Привезенцев Ю. А. Указания по определению качества воды в рыбоводных прудах. М. : Колос, 1971. 18 с.

20. Стальная И. Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот. *Современные методы в биохимии*. 1977. С. 63-64.

21. Коробейникова Е. Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой. *Лабораторное дело*. 1989. № 7. С. 8-9.

22. Дубинина Е. Е., Сальникова Л. А., Ефимова Л. Ф. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека. *Лабораторное дело*. 1983. № 10. С. 30-33.

23. Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16-19.

24. Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72. 248-254.

25. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с

26. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Вышэйшая школа, 1973. 320 с

References

1. Kharitonova N. N. (1984). *Biologicheskie osnovy intensifikatsii prudovogo rybovodstva*. Kyiv : Naukova dumka.

2. Hrytsyniak I. I., Hrynzhevskiy M. V., Tretiak O.M., Kiva M. S., & Mruk A. I. (2008). *Fermerske rybnystvo*. Kyiv : Herb.

3. Shandruk O. M. (2012). Vplyv stresovykh chynnykiv na ryboproduktyvnist staviv pry vyroshchuvanni riznovikovykh hrup ukrainskoho luskatoho koropa ta zasoby yikh poperedzhennia. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. 1. 42-52.

4. Maslyanko R. P., Oleksiyuchuk I. I., & Podol'skiy A. I. (2001). *Opredelenie faktorov nespetsificheskoy rezistentnosti kletochnykh i gumoral'nykh mekhanizmov pri infektsionnykh zabolevaniyakh : metodicheskie rekomendatsii dlya otsenki i kontrolya immunnogo sostoyaniya zhivotnykh*. L'vov.

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

5. Vasil'eva E. A. (1982). *Klinicheskaya biokhimiya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. Moskva.
6. Romero J., Feijóo C. G., & Navarrete P. (2012). Antibiotics in aquaculture — use, abuse and alternatives. *Health and Environment in Aquaculture*. Rijeka : InTech. 159-198. <https://doi.org/10.5772/28157>
7. Sherman I. M. (1994). *Stavove rybnytstvo*. Kyiv : Urozhai.
8. Hasan M. R. (2001). Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough, S. E. McGladdery, & J. R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. 193-219. NACA, Bangkok and FAO, Rome. URL: <https://www.fao.org/3/ab412e/ab412e10.htm>
9. Babych A. O. (1997). *Kormovi i likarski roslyny v XX–XXI stolittiakh*. Kyiv : Ahrarna nauka.
10. Dovzhenok I. A. (2008). K voprosu o bezvrednosti fitopreparatov. *Provizor*. 2. 29-32.
11. Kozak T. I. (2012). Roztoropsha pliamysta — *Silybum marianum* (L) Gaert. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 6. 86—93.
12. Abenavoli L., Capasso R., Milić N. & Capasso F. (2010). Milk thistle in liver diseases: past, present, future. *Phytotherapy Research*. 24 (10). 1423-1432. <https://doi.org/10.1002/ptr.3207>
13. Kolesnyk M. D., Semenov C. O., Bankovska I. B., & Trotskyi M. Ya. (2007). Osoblyvosti khimichnoho skladu roztoropshi pliamystoi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii*. 1. 93-95
14. Pradhan S. C., & Girish C. (2006). Hepatoprotective herbal drug, silymarin from experimental pharmacology to clinical medicine. *Indian. J. Med. Res.* 124 (5). 491-504.
15. Kurkin V. A. (2003). Rastoropsha pyatnistaya — istochnik lekarstvennykh sredstv (obzor). *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. 37. 27-41. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2003-37-4-27-41>
16. Zheltov Yu. O. (2003). Metodychni vkazivky z provedennia doslidiv po hodivli ryb. *Rybne hospodarstvo*. 62. 23-28.
17. Alekin O. A. (1970). *Osnovy gidrohimii*. Leningrad : Gidrometeoizdat.
18. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. *Zahalni vymohy ta normy* (2006). SOU 05.01–37–385:2006. Standart Minahropolityky Ukrainy. Kyiv: Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy.
19. Privezentsev Yu. A. (1971). *Ukazaniya po opredeleniyu kachestva vody v rybovodnykh prudakh*. Moskva : Kolos.
20. Stal'naja I. D. (1977). Metod opredelenija dienovoj kon'jugacii nenasyshhenyh vysshih zhirnih kislot. *Sovremennye metody v biohimii*. 63-64.
21. Korobejnikova E. N. (1989). Modifikacija opredelenija produktov perekisnogo okislenija lipidov v reakcii s tiobarbiturovoj kislotoj. *Laboratornoe delo*, 7, 8-9.
22. Dubinina E. E., Sal'nikova L. A., & Efimova L. F. (1983). Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy jericitocitov i plazmy krovi cheloveka. *Laboratornoe delo*. 10. 30-33.
23. Koroljuk M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. Metod opredelenija aktivnosti katalazy. *Laboratornoe delo*. 1. 16-19.
24. Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72. 248-254.
25. Plohinskij H. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva : Kolos.
26. Rokitskiy P. F. (1973). *Biologicheskaya statistika*. Minsk: Vyshejschaya shkola.

АКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА КАРПА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ

И. И. Грициняк, О. В. Дерень, М. З. Кориляк, Р. А. Паламарчук

Аннотация. Интенсификационные мероприятия при выращивании карпа сопровождаются возникновением стрессовых факторов, негативно влияет на продуктивные характеристики и функциональное состояние органов и систем организма рыб. Одним из способов противодействия их негативного воздействия на организм является стимулирование системы антиоксидантной защиты.

Целью работы является анализ эффективности использования растительной добавки с антиоксидантными свойствами расторопши пятнистой в кормлении карпа, при оптимальных условиях содержания (Опы 1) и при воздействии распространенных в рыбоводстве стрессовых факторов, а именно: загрязнение водной среды биогенными элементами (Опыт 2) и данного загрязнения в комплексе со снижением содержания растворенного в воде кислорода (Опыт 3).

В исследованиях использованы годовики карпа, которых разделили на подопытные и контрольные группы в пределах каждого из трех вариантов опыта. Контрольные группы рыб получали комбикорм с содержанием протеина 23 %. Карпам подопытных групп дополнительно к корму методом гранулирования вводили измельченные семена расторопши пятнистой в количестве 5 %. Экспериментальное кормление продолжалась 20 суток.

В соответствии с общепринятыми в рыбоводстве методами и целью эксперимента, были обеспечены физико-химические параметры водной среды. Проанализированы показатели перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности системы антиоксидантной защиты (САЗ) организма.

Определено, что при скармливании годовикам карпа расторопши, при оптимальных условиях выращивания, в мышцах подопытной группы рыб имеется некоторая тенденция к росту содержания каталазы (на 14,6 %), а содержание СОД, ТБК-продуктов и диеновых конъюгатов находится на том же уровне, что и в контроле. В гепатопанкреасе уровень каталазы, наоборот, несколько снижается относительно контроля и прослеживается тенденция к снижению ТБК-продуктов и на 75 % снижается содержание диеновых конъюгатов ($p < 0,05$).

При скармливании карпу расторопши, в условиях загрязнения водной среды биогенными элементами, в мышцах практически втрое возрастает содержание СОД ($p < 0,01$), каталазы – имеет тенденцию к снижению, а ТБК-продуктов и диеновых конъюгатов – к увеличению на 51 %. В гепатопанкреасе отмечена тенденция к снижению всех вышеупомянутых показателей относительно контрольной группы.

Установлено, что, при введении в корм расторопши в условиях комплексного воздействия стресс-факторов, в мышцах возрастает содержание СОД ($p < 0,001$). В гепатопанкреасе – несколько снижается

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

содержание каталазы и ТБК-продуктов ($p < 0,01$), возрастает содержание СОД ($p < 0,001$) и диеновых конъюгатов ($p < 0,001$).

Антиоксидантные свойства расторопши пятнистой более выражены в результате применения в кормлении карпа при наличии стресс-факторов среды, по сравнению с оптимальными условиями выращивания.

Ключевые слова: карп, кормление, расторопша пятнистая, интенсификация производства, стресс-факторы, антиоксидантные ферменты, перекисное окисление липидов.

ACTIVITY OF THE ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM OF THE CARP ORGANISM UNDER THE INFLUENCE OF STRESS FACTORS AND THE USE OF MILK THISTLE IN FEEDING

I. I. Hrytsyniak, O. V. Deren, M. Z. Korilyak, R. A. Palamarchuk

Abstract. Intensification measures in carp farming are accompanied by the emergence of stressors, which negatively affects the productive characteristics and functional state of organs and systems of fish. One of the ways to counteract their negative effects on the body is to stimulate the antioxidant defense system.

The aim of the study is to analyze the effectiveness of plant additives with antioxidant properties of milk thistle in carp feeding, under optimal housing conditions (Experiment 1) and under the influence of stress factors common in fish farming, namely: pollution of the aquatic environment with nutrients (Experiment 2) and this pollution. complexes with a decrease in the content of dissolved oxygen in water (Experiment 3).

The studies used one-year-old carp, which were divided into experimental and control groups within each of the three variants of the experiment. Control groups of fish received feed with a protein content of 23 %. Carp of the experimental groups in addition to the feed by granulation was introduced crushed seeds of milk thistle in the amount of 5 %. Experimental feeding lasted 20 days.

In accordance with the generally accepted methods and purpose of the experiment in fish farming, the physicochemical parameters of the aquatic environment are provided. Indicators of lipid peroxidation (LPO) and activity of the body's antioxidant defense system (ANS) were analyzed.

It was determined that when feeding thistle carp under annual conditions under optimal growing conditions in the muscles of the experimental group there is some tendency to increase the content of catalase (by 14.6%), and the content of SOD, TBC products and diene conjugates is at the same level as and in control. In the hepatopancreas, on the other hand, the level of catalase decreases somewhat relative to control and there is a tendency to reduce TBA products and the content of diene conjugates is reduced by 75 % ($p < 0.05$).

When feeding milk thistle for contamination of the aquatic environment with nutrients in the muscles almost three times the content of SOD ($p < 0.01$). The content of catalase tends to decrease, and the content of TBA products and diene conjugates increases by 51%. In the hepatopancreas there is a tendency to decrease all of the above indicators relative to the control group.

Грициняк І. І., Дерень О. В., Кориляк М. З., Паламарчук Р. А.

It was found that the introduction of milk thistle in the feed under conditions of complex exposure to stressors in the muscles increases the content of SOD ($p < 0,001$). The content of catalase and TBA products decreases slightly in the hepatopancreas, the content of SOD ($p < 0.001$) and diene conjugates ($p < 0.001$) increases.

Therefore, the antioxidant properties of milk thistle are more pronounced as a result of use in the feeding of carp in the presence of environmental stressors, compared with optimal growing conditions.

Key words: *carp, milk thistle, production intensification, stress factors, antioxidant enzymes, lipid peroxidation*

Сироватка Н. Ю.

УДК: [639.3.043.13:636.087]:[639.371.52:597-111]

**РИБНИЦЬКО-БІОЛОГІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ
ТОВАРНИХ ДВОЛІТОК КОРОПА ПРИ ЗГОДОВУВАННІ В СКЛАДІ
ОСНОВНОГО РАЦІОНУ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА****Н. Ю. СИРОВАТКА**, старший науковий співробітник лабораторії кормів та
годівлі риб, <https://orcid.org/0000-0003-3795-0598>*Інститут рибного господарства НААН*E-mail: nataliasyrovatka@gmail.com<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.011>

Анотація. У статті досліджено вплив голозерного вівса, на рибницько-біологічні, гематологічні та біохімічні показники товарних груп коропів, як одного з компонентів кормосуміші, за різного співвідношення, у раціоні. Метою експерименту було підвищення рибопродуктивності ставів та зниження затрат корму на вирощування завдяки забезпеченню фізіологічних потреб товарних груп коропа через застосування в годівлі голозерного вівса.

Об'єктом дослідження були дволітки любінського лускатого й рамчастого внутрішньопородного типу української породи коропа. Для цього за методом аналогів було сформовано три експериментальні групи риб. Рибам першої дослідної групи (з 1 липня) додатково вводили в склад основного раціону 30 % голозерного вівса, рибам другої дослідної групи – 50 % голозерного вівса, третій групі згодовували кормову суміш без додавання вівса.

У результаті проведення досліджень, доведено, що додавання до рецептури кормосуміші голозерного вівса позитивно впливає на рибницько-біологічні та фізіологічні показники товарного коропа. Встановлено, що найефективнішим є додаткове згодовування голозерного вівса в кількості 30 %. Зокрема, за додавання частки до основного раціону відбувається зростання показнику загальної рибопродуктивності на 7,7 % щодо показників контрольного ставу, а витрати корму нижчими на 16,7 %.

Вміст гемоглобіну в крові першої дослідної групи був вищим щодо контрольної групи, а також достовірно більшою була кількість еритроцитів ($P > 0,01$), Саме тоді, у сироватці крові коропів першої дослідної групи достовірно зростав рівень супероксиддисмутази ($P > 0,02$), а рівень каталази, при цьому знижувався.

Ключові слова. короп, дволітки, витрати корму, гемоглобін, еритроцити, рибопродуктивність, зоопланктон, зообентос, антиоксидантна система захисту

Актуальність. В умовах сьогодення підвищення продуктивності водойм у рибництві досягається методами інтенсифікації, до яких належить інтенсивна годівля

(Hrytsyniak, 2007). Водночас затрати на штучні корми в собівартості товарної продукції сягають від 15 до 35 % (Smyrniuk et al., 2000; Smyrniuk et al., 2011; Tovstenko & Smyrniuk,

Сироватка Н. Ю.

2012).

Водночас, за рахунок складного фінансування, у рибницьких господарствах, з метою годівлі застосовують незбалансовані кормосуміші, наслідком якого є зниження темпів росту та резистентності риб (Hrytsyniak et al., 2008). Тому, основним завданням є пошук альтернативних заміників, що здешевлюють собівартість кормовиробництва, але при цьому не втрачають основних якісних показників, що забезпечують поживність (Deren et al., 2015). Таким компонентом може бути голозерний овес. Усе більшої популярності він набуває в годівлі тварин через свої поживні властивості, зокрема, в порівнянні зі звичайним вівсом та, навіть, з пшеницею (Zaushyntsen & Boysov; Moudry, 1998).

Варто зазначити, що голозерний овес має високу енергетичну цінність, а за вмістом протеїну та жиру переважає показники решти зернових культур. До того ж низький рівень клітковини та високий вміст фосфору, лізину та сірковмісних амінокислот дає змогу провести повноцінну заміну плівкового вівса на голозерний у складі кормосумішей, а саме для годівлі коропа.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За останнє десятиріччя було створено сорти вівса нового покоління – голозерні сорти, які на відміну від плівчастих характеризуються нижчим

потенціалом продуктивності, але мають більший вміст білка та незамінних амінокислот, нижчий рівень витрат під час переробки (Mushyk, 2017). Такі українські і закордонні вчені як Станкевич Г. М., Подобед Л. І., Цед Е. А. зробили значний внесок у розроблення сортів голозерного вівса та їх переробку (Mukoid, 2012) Так, відомо, що вміст цінного рослинного білка голозерного вівса (16,6-18 %) дещо перевищує цей показник у плівчастому вівсі. Розчинність у воді значної кількості білків цієї культури також сприяє доброму перетравлюванню в організмі тварин (Anykanova & Bakeev, 2001). Важливою особливістю голозерного вівса є підвищення його енергетичної поживності до рівня кукурудзи з максимальним вмістом протеїну за змінах форми вівса з плівчастого на голозерний (Musatov, 1992; Mohr et al, 2004; Batalova, 2014 Matros et al, 2009).

Використання голозерного вівса у тваринництві, зокрема, в птахівництві, свинарстві, годівлі великої рогатої худоби широко описано в літературних джерелах, як українських так і закордонних вчених (Szymczyk et al, Maslanek et al, 2001), а от застосування його в рибництві ще не досить вивчене, особливо це стосується вітчизняної практики у вирощуванні коропів.

Отже, отримані результати комплексної оцінки всіх рибницько-

Сироватка Н. Ю.

біологічних та фізіологічних показників за вирощування товарних коропів дадуть повну характеристику процесу вирощування та дозволять рекомендувати використання голозерного вівса, як складової раціону цієї вікової групи риб упродовж усього нагульного періоду чи в період зниження природної кормової бази.

Мета. Метою дослідження є підвищення рибопродуктивності ставів та зниження затрат корму на вирощування завдяки забезпеченню фізіологічних потреб товарних груп коропа шляхом застосування в годівлі голозерного вівса.

Методи. Досліди проведено у ДП ДГ Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН (с.м.т. Любінь Великий, Городоцького району, Львівської області). Дане господарство розташоване в зоні Лісостепу. Джерелом водопостачання ставів є поверхневі води, що формуються з атмосферних опадів та води річки Верещиця, які потрапляють самоплином (Hrytsyniak, 2001).

Об'єктом дослідження були дволітки любінського лускатого й рамчастого коропа. Для годівлі риб використовували кормосуміш, виготовлену на господарстві, склад якої залежав від мети досліду. Добову кількість згодовування кормосуміші розраховували відповідно до приростів маси риб. Корм згодовували риbam один раз на добу в

ранковий час (Zhel'tov, 2006). Добова кількість кормосуміші становила 2–8 % від маси риб з урахуванням темпів росту, рівня розвитку природної кормової бази в ставах, її поїдання та гідрохімічного режиму.

У досліді було використано три експериментальні стави площею 0,2–0,3 га з однаковою щільністю посадки дволіток коропа, один із яких був контрольним (табл. 1). Щільність посадки дволіток товарного коропа становила 1000 екз./га. Дволіткам коропа всіх експериментальних груп згодовували кормосуміш із вмістом протеїну 13–15 %. Риbam першої дослідної групи в період зниження розвитку природної кормової бази (з 1 липня) додатково вводили в склад основного раціону 30 % голозерного вівса, риbam другої дослідної групи – 50 % голозерного вівса. Період згодовування кормової суміші становив 75 днів.

Після закінчення досліду визначили відсоток виходу риби з вирощування, її загальну й середню масу, рибопродуктивність ставів і витрати корму на кілограм приросту. У крові риб кожної групи визначили кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну. Перед зарибненням провели удобрення всіх ставів перегноєм із розрахунку 2 т/га. Удобрення перегноєм і вапнування ставів здійснювали за методикою, розробленою Інститутом рибного господарства (Kharytonova, 1976).

Сироватка Н. Ю.

1. Схема експерименту

Група риб	Щільність посадки, екз./га	Схема годівлі
I дослідна	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням у годівлі кормосуміші, а в період зниження рівня розвитку природної кормової бази з 30 % голозерного вівса.
II дослідна	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням у годівлі кормосуміші та 50 % голозерного вівса.
Контрольна	1000	Вирощування дволіток коропа з використанням у годівлі кормосуміші.

Відбір проб для хімічного аналізу води та їх обробку в лабораторії проводили за загальноприйнятими методиками (Alekyn, 1970). Дослідження хімічного складу води експериментальних ставів проводили один раз на місяць за загальноприйнятими методиками з метою фонового контролю впродовж усього періоду вирощування. Якість води оцінювали згідно загальних вимог та норм у рибництві – СОУ 05.01-37-385:2006. (Alekyn et al, 1973; SOU, 2006).

Відбір та обробку гідробіологічних проб проводили за загальноприйнятими методиками Киселева, Жадина. Якісний склад зоопланктону встановлювали з допомогою визначників Є.Ф. Мануйлової, Л.О. Кутикової, В.І. Монченка. Біомасу зоопланктонних безхребетних визначали за таблицями індивідуальних мас організмів Ф.Д. Мордухай-Болтовської (Kyselev, 1956; Krazhan & Khyzhniak, 2009).

Контрольні облови дволіток коропа проводились два рази на місяць і супроводжувались

іхтіопатологічним обстеженням риби та відбором кишечників для гістологічного дослідження і аналізу вмісту харчової грудки.

Для біохімічних досліджень використовували 10 % гомогенати тканин печінки і скелетних м'язів коропа. Досліджували концентрацію дієнових кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів (Stalnaia, 1977). Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою (Korobeinykova, 1989). Активність супероксиддисмутази – за визначенням відсотку гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолія в присутності феназинметасульфату (Dubynyna et al, 1983). Активність каталази – за зміною концентрації H_2O_2 (Koroliuk et al, 1988). Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорда (Bradford, 1976).

Гістологічні дослідження розвитку травної системи коропа

Сироватка Н. Ю.

здійснені за методикою Г.А. Меркулова (Merkulov, 1969).

Масову частку білка визначали за методом Кельдаля на автоаналізаторі, вміст жиру – екстракційним методом, вміст сухої речовини – випаровуванням за температури 100–105°C упродовж 3–5 год. (Lebedev & Usovych, 1976).

Кількість еритроцитів у крові коропів підраховували в камері Горяєва (Yvanova, 1983). Вміст гемоглобіну в крові коропів визначали гемоглобін–ціанідним методом (з ацетоннігдрином). Принцип методу полягає в тому, що гемоглобін у взаємодії з заліzosиньородистим калієм окиснюється в метгемоглобін, який утворює з ацетонціангдрином забарвлений гемоглобінціанід, інтенсивність якого пропорційна вмісту гемоглобіну (Dervyz & Vorobev, 1959).

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*. Вираховували середні арифметичні величини (M), середню квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (P) між досліджуваними середньоарифметичними величинами (Plokhynskyi, 1981)

Результати. Температура води упродовж сезону вирощування коливалась у межах 21–28 °C. Найвищі температури спостерігались

у кінці червня й у середині липня. Упродовж усього період вирощування температура перебувала в оптимальних межах для засвоєння корму та росту коропа.

Упродовж періоду вегетації проводився повний контроль хімічного складу води, газового режиму, вивчалась динаміка біогенних елементів і вміст органічної речовини у двох дослідних і контрольному ставах (табл. 2).

Гідрохімічні умови вирощування риби впродовж усього сезону були задовільними. Вода не була забруднена нітритами. Амонійний азот в усіх ставах у середньому мало відрізнявся, коливаючись у межах від 0,03 до 0,23 мг N/дм³, що не перевищує нормативних значень. Вода була слабо лужною. Наприкінці вирощування показник перманганатного окиснення в усіх ставах був високим і досягав 13,8 – 14,4 мг O/дм³ в дослідних ставах, а в контролі перевищував нормативне значення і зріс до 20,5 мг O/дм³. Концентрації сульфатів упродовж усього сезону вирощування були досить високими (79,6 – 90,4 мг/дм³) та перевищували допустимі значення, проте це швидше закономірність для води джерела водопостачання. Серед аніонів переважали гідрокарбонати, вміст яких становив у середньому 214,1 – 227,1 мг/дм³, а серед катіонів мав перевагу кальцій із середніми показниками 73,8 – 78,5 мг/дм³.

2. Результати хімічного аналізу води ставів, min–max, сер

Показники	Дослід I	Дослід II	Контроль	Нормативне значення (SOU, 2006)
pH середовища	<u>7,38 – 8,31</u> 7,77	<u>6,60 – 8,24</u> 7,41	<u>7,54 – 8,41</u> 7,84	6,5-8,5
Перманганат. окиснюв., мгО/дм ³	<u>10,8 – 14,4</u> 12,7	<u>10,1 – 13,8</u> 12,43	<u>9,7 – 20,5</u> 13,67	15
Лужність, мг-екв/дм ³	<u>2,70 – 4,06</u> 3,36	<u>2,91 – 4,78</u> 3,72	<u>2,81 – 4,99</u> 3,67	3,0-6,0
Гідрокарбонати, НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>164,9 – 274,4</u> 214,1	<u>177,5 – 291,8</u> 227,1	<u>171,4 – 304,5</u> 223,97	200-400
Нітрити, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	0	0	0	0,100
Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	<u>0,04 – 0,23</u> 0,11	<u>0,03 – 0,18</u> 0,09	<u>0,04 – 0,15</u> 0,10	1,0
Нітратний азот, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	0	0	0	до 2,0
Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	<u>0 – 0,12</u> 0,04	<u>0 – 0,14</u> 0,05	<u>0 – 0,10</u> 0,03	0,5
Залізо заг., мг/дм ³	<u>0,04 – 0,32</u> 0,21	<u>0,17 – 0,33</u> 0,27	<u>0,09 – 0,35</u> 0,26	1,8
Твердість аг., мг-екв/дм ³	<u>3,6 – 4,7</u> 4,3	<u>4,0 – 4,9</u> 4,5	<u>4,0 – 5,2</u> 4,5	3-7
Кальцій, Ca ²⁺ , мг/дм ³	<u>66,6 – 82,8</u> 73,8	<u>70,2 – 86,4</u> 78,5	<u>72,0 – 88,2</u> 77,4	40-60
Магній, Mg ²⁺ , мг/дм ³	<u>3,6 – 10,9</u> 7,3	<u>6,1 – 7,3</u> 6,9	<u>4,9 – 9,7</u> 7,7	до 30,0
Хлориди, Cl ⁻ , мг/дм ³	<u>17,3 – 20,9</u> 18,5	<u>17,3 – 20,9</u> 18,6	<u>17,3 – 22,8</u> 19,2	50-70
Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<u>69,6 – 90,0</u> 79,6	<u>74,8 – 100,0</u> 90,4	<u>76,8 – 99,7</u> 84,4	50-70
Σ K ⁺ , Na ⁺ , мг/дм ³	<u>19,3 – 45,8</u> 32,0	<u>24,0 – 61,8</u> 41,6	<u>15,0 – 62,8</u> 36,9	до 120
Мінералізація заг., мг/дм ³	<u>362,6 – 494,2</u> 416,3	<u>371,1 – 564,5</u> 463,3	<u>361,0 – 587,7</u> 449,8	300-1000
Розчинений у воді кисень, мг/дм ³	<u>1,37 – 5,05</u> 4,05	<u>2,58 – 4,80</u> 3,00	<u>2,20 – 5,94</u> 3,15	≥5 зниж. вранці ≥2

У період довготривалого підвищення температури води до 28 °С, в усіх ставах концентрація кисню опускалася нижче нормативних значень аж до 1,37 – 2,58 мг О/дм³.

Зоопланктон ставів в основному був представлений організмами трьох

систематичних груп: типу нижчі черви *Rotifera*, ракоподібні підряду *Cladocera* та ряду *Copepoda*. Показники розвитку зоопланктону впродовж вегетаційного сезону в дослідних ставах перебували в межах 135,74–209,15 тис.екз./м³ за чисельністю та 0,79–4,04 г/м³ за

Сироватка Н. Ю.

біомасою, а в контрольному – 86,40–363,56 тис.екз/м³ за чисельністю та 0,60–2,90 г/м³ за біомасою. Водночас середньосезонні показники у I дослідному ставі склали 190,73±9,21 тис.екз/м³ за чисельністю та 2,12±0,96 г/м³ за біомасою, у II дослідному ставі – 175,10±21,09

тис.екз/м³ за чисельністю та 1,03±0,15 г/м³ за біомасою, у контрольному ставі – 196,63±84,88 тис.екз/м³ за чисельністю та 1,52±0,70 г/м³ за біомасою. Найбільша частка зоопланктону належала веслоногим ракоподібним: у дослідних ставах 72–85 %, контролі – 57 % (табл. 3).

3. Динаміка розвитку зоопланктону ставів, тис. екз./м³ г/м³

Групи організмів	Вегетаційний період, місяці			Середні значення		
	VI	VII	VIII	M	± m	%
Дослід I						
<i>Rotifera</i>	<u>32,87</u> 0,29	<u>8,59</u> 0,02	<u>27,04</u> 0,05	<u>22,83</u> 0,12	<u>7,32</u> 0,09	<u>11,97</u> 5,69
<i>Cladocera</i>	<u>34,80</u> 0,30	<u>43,55</u> 0,24	<u>13,87</u> 0,05	<u>30,74</u> 0,20	<u>8,81</u> 0,08	<u>16,12</u> 9,22
<i>Copepoda</i>	<u>113,29</u> 3,45	<u>155,79</u> 1,07	<u>140,75</u> 0,90	<u>136,61</u> 1,80	<u>12,44</u> 0,82	<u>71,63</u> 85,04
Інше	<u>0,00</u> 0,00	<u>1,23</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,41</u> 0,00	<u>0,71</u> 0,00	<u>0,21</u> 0,06
<u>Усього (N)</u>	<u>181,38</u>	<u>209,15</u>	<u>181,65</u>	<u>190,73</u>	<u>9,21</u>	<u>100</u>
<u>Усього (B)</u>	4,04	1,33	1,00	2,12	0,96	100
Дослід II						
<i>Rotifera</i>	<u>12,76</u> 0,02	<u>8,59</u> 0,02	<u>27,04</u> 0,05	<u>16,13</u> 0,03	<u>5,59</u> 0,01	<u>9,21</u> 2,84
<i>Cladocera</i>	<u>18,56</u> 0,10	<u>42,32</u> 0,22	<u>13,87</u> 0,05	<u>24,92</u> 0,12	<u>8,81</u> 0,05	<u>14,23</u> 11,87
<i>Copepoda</i>	<u>104,01</u> 0,67	<u>155,79</u> 1,07	<u>140,75</u> 0,90	<u>133,52</u> 0,88	<u>15,38</u> 0,11	<u>76,25</u> 85,17
Інше	<u>0,00</u> 0,00	<u>1,23</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,41</u> 0,00	<u>0,71</u> 0,00	<u>0,23</u> 0,12
<u>Усього (N)</u>	<u>135,74</u>	<u>207,92</u>	<u>181,65</u>	<u>175,10</u>	<u>21,09</u>	<u>100</u>
<u>Усього (B)</u>	0,79	1,31	1,00	1,03	0,15	100
Контроль						
<i>Rotifera</i>	<u>42,00</u> 0,08	<u>7,65</u> 0,01	<u>8,64</u> 0,01	<u>19,43</u> 0,03	<u>11,29</u> 0,02	<u>9,88</u> 2,03
<i>Cladocera</i>	<u>147,93</u> 1,45	<u>24,05</u> 0,13	<u>18,72</u> 0,24	<u>63,57</u> 0,61	<u>42,21</u> 0,42	<u>32,33</u> 39,96
<i>Copepoda</i>	<u>172,67</u> 1,36	<u>103,87</u> 0,87	<u>59,04</u> 0,36	<u>111,86</u> 0,86	<u>33,04</u> 0,29	<u>56,89</u> 56,67
Інше	<u>0,00</u> 0,00	<u>4,37</u> 0,06	<u>0,00</u> 0,00	<u>1,46</u> 0,02	<u>2,52</u> 0,04	<u>0,74</u> 1,34
<u>Усього (N)</u>	<u>363,56</u>	<u>139,95</u>	<u>86,40</u>	<u>196,63</u>	<u>84,88</u>	<u>100</u>
<u>Усього (B)</u>	2,90	1,07	0,60	1,52	0,70	100

Параметри розвитку зообентосних організмів коливались у таких межах: у дослідних ставах 120,00–386,67 екз./м² за чисельністю

Сироватка Н. Ю.

та 0,07–0,64 г/м² за біомасою, у контрольному ставі – 93,33–346,67 екз./м² за чисельністю та 0,09–0,49 г/м² за біомасою. До кінця вегетаційного періоду показники

поступово знижувались до мінімальних значень у серпні, що пов'язано з інтенсивним виїданням бентосних організмів дволітками коропа (табл. 4).

4. Динаміка розвитку зообентосу в дослідних ставах, екз./м², г/м²

Групи організмів	Веgetаційний період, місяці			Середні значення	
	VI	VII	VIII	М	%
Дослід I					
<i>Chironomidae</i>	<u>146,67</u> 0,36	<u>133,33</u> 0,09	<u>40,00</u> 0,07	<u>106,67</u> 0,17	<u>38,10</u> 65,00
<i>Oligochaeta</i>	<u>106,67</u> 0,05	<u>93,33</u> 0,16	<u>26,67</u> 0,00	<u>75,56</u> 0,07	<u>26,98</u> 26,67
Інше	<u>120,00</u> 0,07	<u>93,33</u> 0,00	<u>80,00</u> 0,00	<u>97,78</u> 0,02	<u>34,92</u> 8,33
<u>Усього (N)</u>	<u>373,33</u>	<u>320,00</u>	<u>146,67</u>	<u>280,00</u>	<u>100</u>
<u>Усього (B)</u>	0,48	0,25	0,07	0,27	100
Дослід II					
<i>Chironomidae</i>	<u>253,33</u> 0,57	<u>186,67</u> 0,24	<u>53,33</u> 0,11	<u>164,44</u> 0,31	<u>56,92</u> 83,13
<i>Oligochaeta</i>	<u>53,33</u> 0,03	<u>106,67</u> 0,12	<u>26,67</u> 0,00	<u>62,22</u> 0,05	<u>21,54</u> 13,25
Інше	<u>80,00</u> 0,04	<u>66,67</u> 0,00	<u>40,00</u> 0,00	<u>62,22</u> 0,01	<u>21,54</u> 3,61
<u>Всього (N)</u>	<u>386,67</u>	<u>360,00</u>	<u>120,00</u>	<u>288,89</u>	<u>100</u>
<u>Всього (B)</u>	0,64	0,36	0,11	0,37	100
Контроль					
<i>Chironomidae</i>	<u>200,00</u> 0,43	<u>26,67</u> 0,21	<u>40,00</u> 0,09	<u>88,89</u> 0,24	<u>43,48</u> 76,39
<i>Oligochaeta</i>	<u>53,33</u> 0,04	<u>93,33</u> 0,15	<u>0,00</u> 0,00	<u>48,89</u> 0,06	<u>23,91</u> 19,44
Інше	<u>93,33</u> 0,03	<u>53,33</u> 0,01	<u>53,33</u> 0,00	<u>66,67</u> 0,01	<u>32,61</u> 4,17
<u>Усього (N)</u>	<u>346,67</u>	<u>173,33</u>	<u>93,33</u>	<u>204,44</u>	<u>100</u>
<u>Усього (B)</u>	0,49	0,37	0,09	0,32	100

На початку сезону вирощування кількість природного корму в харчовій грудці коропів була на досить високому рівні: в I досліді – 14,3 %, в II досліді – 17,7 % і в контролі – 12,4 %. Основу природного корму в цей період склали хірономіди. Кишечники

були добре розвинені й наповнені в усіх варіантах експерименту (табл. 5).

У середині сезону вирощування вміст природного корму в харчовій грудці коропів дослідних груп знизився, але був практично на однаковому рівні. Так, у досліді II становить 11,8 %, у досліді I – 7,7 %, а в контролі – 6,4 %.

Сироватка Н. Ю.

На початку серпня, коли знижується розвиток природної кормової бази у ставах, різко зменшився вміст природного корму в кишечниках експериментальних груп

коропа до 1,5–2,3 %, проте в цей період дволітки коропа задовольняли свої потреби у поживних речовинах за рахунок штучного корму.

5. Характеристика вмісту кишечника дволіток коропа

Група риб	Час відбору	Маса риби	Вид корму, %			Примітка (наповн., %)
			природний	штучний	детрит	
Дослід I	червень	178	14,3	62,7	23,1	88
	липень	242	7,7	75,2	17,2	92
	серпень	365	2,3	82,4	15,2	53
Дослід II	червень	160	17,7	57,9	24,4	77
	липень	200	11,8	77,0	11,3	90
	серпень	370	2,3	88,6	9,1	53
Контроль	червень	157	12,4	47,9	39,7	82
	липень	187	6,4	81,3	12,27	97
	серпень	322	1,5	88,8	9,7	58

Кількість природного корму в харчовій грудці коропа в середньому за сезон була найвищою в II досліді – 10,6 %, а найнижчою в контролі – 6,8 % (табл. 5).

Відсоток виходу коропа з нагулу був практично однаковим в усіх експериментальних ставах і склав 80–83 %. Під час вилову, середня маса коропів першої дослідної групи, яким

у період зниження рівня розвитку природної кормової бази згодовували 30 % голозерного вівса становила 441 г, що на 5,2 % вище контролю. У другому варіанті досліді, за згодовування 50 % голозерного вівса, середня маса коропів практично не змінилася відносно контролю та склала 479,6 г (табл. 6).

6. Результати вирощування товарних дволіток коропа за додавання до основного раціону голозерного вівса

Група риб	Площа, га	Посаджено			Виловлено			% виходу	Рибопродуктивність, кг/га	Згодовано корму, кг/кг
		к-ть екз.	сер. маса, г	заг. маса, кг	к-ть екз.	сер. маса, г	заг. маса, кг.			
Дослід I	0,24	240	35	8	194	441	86	81	325	5,5
Дослід II	0,28	280	35	10	232	426	99	83	318	5,1
Контроль	0,32	320	35	11	256	418	107	80	300	6,6

Відповідно до виходу та маси риби отримали рибопродуктивність

ставів, яка в першому варіанті досліді становила 325 кг/га, у другому – 318

Сироватка Н. Ю.

кг/га та в контролі – 300 кг/га. Отже, рибопродуктивність у першому варіанті досліду була вищою на 7,7 % щодо показників контрольного ставу, а витрати корму нижчими на 16,7 %. У другому дослідному ставі, виходячи з показників середньої маси, рибопродуктивність виявилася вищою за контроль лише на 1,9 %, хоча витрати корму на кілограм приросту коропа знизились на 22,7 % (табл. 6).

Вищенаведені рибницькі дані узгоджуються з отриманими

гематологічними показниками. Так, вміст гемоглобіну в крові першої дослідної групи був вищим щодо контрольної групи, а також достовірно більшою була кількість еритроцитів ($P>0,01$), основною функцією яких є транспортування кисню у тканини, а вуглекислого газу в зворотному напрямку. Вміст гемоглобіну й кількість еритроцитів у крові дволіток у другому варіанті досліду мали тенденцію до зниження, проте дані різниці не були достовірними (табл. 7).

7. Гематологічні показники дволіток коропа, ($M\pm m$, $n=6$)

Варіант	Маса, г	Довжина, см	Гемоглобін, г%	Еритроцити,
Дослід I	347,5±6,677	21,42±0,154	10,77±0,512	1,23±0,022**
Дослід II	295±10,567	22,58±0,357	9,56±0,657	1,11±0,023
Контроль	285±5,627	22,42±0,417	10,48±0,303	1,13±0,014

У сироватці крові коропів першої дослідної групи достовірно зростає рівень супероксиддисмутази ($P>0,02$), а рівень каталази, при цьому, був нижчим. Це свідчить про активацію системи антиоксидантного захисту, що узгоджується з нижчим вмістом ТБК-продуктів (табл. 8).

У другій дослідній групі риб зріс вміст каталази, супероксиддисмутази і є тенденція до зростання дієнових кон'югатів, що може свідчити про наявність певних стресових чинників. Це питання потребує додаткового вивчення.

8. Стан системи антиоксидантного захисту у сироватці крові експериментальних груп коропа ($M\pm m$, $n=3$)

Варіант	Дослід I	Дослід II	Контроль
Каталаза	0,910±0,139	7,650±0,454*	2,968±1,711
СОД	5,049±0,456*	4,985±0,043***	3,699±0,107
ТБК	0,619±0,084	0,823±0,223	1,426±0,304
Дієнові кон'югати	1,894±0,105	2,083±0,401	1,619±0,483

Під час вилову риби проведено відбір проб для гістологічних

досліджень травної системи коропа. За основу гістологічної оцінки

Сироватка Н. Ю.

травної системи була вибрана структура крайової зони гепатопанкреасу, як найбільш показова у морфологічному відношенні та гістроструктура слизової оболонки середнього відділу кишечника експериментальних груп риб. За даними гістологічних досліджень тканин визначали не тільки видову специфіку, а й робили висновки про повноцінність годівлі експериментальних груп риб. Відхилень у розвитку цих тканин не виявлено, що свідчить про задовільний фізіологічний стан організму риб та повноцінність умов вирощування.

Висновки і перспективи. У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання голозерного вівса до складу кормів позитивно впливає на кількісні і якісні показники товарного коропа. Встановлено, що ефективним є додаткове згодовування голозерного вівса в кількості 30 %. Зокрема за додавання частки до основного раціону відбувається зростання

References

1. Hrytsyniak I. I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy ratsionalnoi hodivli ryb*. Kyiv : Rybka moia. 306.
2. Smyrniuk N.I., Buriak I.V., Chernik V.V. (2000). *Efektivnist orhanizatsiino-ekonomichnoho mekhanizmu hospodariuvannia u VAT «Lvivskiy rybokombinat»*. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. №2. 131-135.
3. Smyrniuk N.I., Chernik V.V., Babenko V.I. (2011). *Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia tovarnoi ryby u VAT «Chernihivrybhosp»*. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. №1. 96-103.

показнику загальної рибопродуктивності на 7,7 % щодо показників контрольного ставу, а витрати корму нижчими на 16,7 %. Отримані рибницькі дані підтверджуються з гематологічними показниками. Вміст гемоглобіну в крові першої дослідної групи був вищим щодо контрольної групи, а також достовірно більшою була кількість еритроцитів ($P>0,01$), водночас вміст гемоглобіну і кількість еритроцитів в крові дволіток у другому варіанті дослідження мали тенденцію до зниження. Також в сироватці крові коропа першої дослідної групи достовірно зростав рівень супероксиддисмутази ($P>0,02$), а рівень каталази, при цьому, був нижчим. Отже, збалансована годівля товарного коропа штучними кормами з доданням голозерного вівса створює передумови для отримання якісного товарного матеріалу та зниження собівартості вирощеної продукції, що і є головним аспектом у веденні рибництва для власника господарства.

4. Tovstenko L.V., Smyrniuk N.I. (2012). *Analiz hospodarskoi diialnosti DP «Irkliivskiy rozplidnyk roslynoidnykh ryb»*. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. №1. 119-131
5. Hrytsyniak I. I. ta in. (2008). *Fermerske rybnytstvo*. Kyiv : Herb, 560.
6. Deren O. V., Hrytsyniak I. I., Palamarchuk R. A., Koryliak M. Z. (2015). *Metodychni rekomendatsii z pidvyshchennia efektyvnosti vyroshchuvannia koropa za rakhunok vvedennia do skladu kormiv novykh kormovykh dobavok z antyoksydantnykh vlastyvostiamy*. K. : Instytut rybnoho hospodarstva NAAN. 18.

Сироватка Н. Ю.

7. Zaushyntsena A. V., Borysov Yu. V. (2007). Osnovnye faktory, ohranychivaiushchye tekhnologichnost holozernogo ovsa. Vestn. Krasnoiar. hos. ahrar. un-ta. Vyp. 6. 75-81.
8. Moudry J. (1998). The quality of naked oat. Cereals for human health and preventive nutrition. Session I. 257.
9. Mushyk B. V. (2017). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti vivsa holozernoho i plivchastoho v pivnichnii chastyni Pravoberezhnogo lisostepu: avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata silskohospodarskykh nauk. Chabany. 20.
10. Mukoid R.M. (2012). Udoskonalennia tekhnologii vivsianoho solodu: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk : 05.18.05. Kyiv. 20.
11. Anykanova Z., Bakeev V. (2001). Holozernyi oves – tsennoe syre dlia vurabotky krupu. Khleboproduktu. № 2. 31-33.
12. Musatov A. H. (1992). Ranni zernofurazhni kultury. Kyiv: Urozhai. 111.
13. Mohr R. M. et al. (2004). Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilizer Management for Oats. Better Crops. 88(4). 12-13
14. Batalova H.A. (2014). K voprosu o selektsii plenchatoho i holozernogo ovsa. Ahrarnui vestnyk Yuho-Vostoka. №1–2. 43–45. URL: <http://elibrary.ru/download/86615579.pdf>
15. Matros, O.P., Kekukh V.F., Kobyla I.O. (2009). Holozernyi oves. Perspektyvnyi napriam selektsii kultury. Nasinnytstvo. №1. 7-9
16. Szymczyk B., Hanczakowski P. and Szczure W. (2005). Performance and intestinal viscosity in broilers fed diets containing dehulled or naked oats and enzymes Journal of Animal and Feed Sciences, 14. Suppl. 1. 491-494
<http://dx.doi.org/10.22358/jafs/70714/2005>
17. Maslanek A., Flis M. and Falkowski J. (2001). A note on naked oats as a substitute for wheat and barley for young pigs Journal of Animal and Feed Sciences, 10, Suppl 2, , p. 215-218 DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/70061/2001>
18. Hrytsyniak I. I. (2001). Pryrodno-ekonomichni umovy dlia rozvytku rybnoho gospodarstva Lvivskoi oblasti. Rybne gospodarstvo. Kyiv. Vyp. 59-60. 6-11.
19. Zheltov Yu. A. (2006). Orhanyzatsiia kormleniia raznovozrastnoho karpa v fermerskykh rybnykh khoziaistvakh. Kyev: Ynkos. 281.
20. Kharytonova N. N., Halasun P. T., Panchenko S. T. (1976). Metodicheskye rekomendatsyy po sovershenstvovaniyu metoda kompleksnoi yntensyfykatsyy prudovoho rybovodstva USSR v zavysymosti ot zonalnogo polozheniia khoziaistv. K. 30.
21. Alekyn O. A. (1970). Osnovy hidrokhemii. Leninhrad : Hidrometeoizdat, 443.
22. Alekyn O. A., Semenov A. F., Skopyntsev V. A. (1973). Rukovodstvo po khymicheskomu analizu vod sushy. Leninhrad : Hydrometeoizdat, 353.
23. (2006). Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy: SOU 05.01-37-385:2006. Kyiv. 15.
24. Kyselev Y. A. (1956). Metodu yssledovaniia planktona. Zhyzn presnukh vod SSSR. Ch. 1, t. IV. Moskva; Leninhrad: AN SSSR. 183-265.
25. Krazhan S. A., Khyzhniak M. I. (2009). Pryrodna kormova baza rybohospodarskykh vodoim. K.: Olderplus. 299.
26. Stalnaia Y. D. (1977). Metod opredeleniia dienovoi konyuhatsii nenasyshchennykh visshikh zhirnykh kyslot. Sovremennye metody v byokhymii / red. V. N. Orekhovych. Moskva: Medysyna. 63-64
27. Korobeinykova E. N. (1989). Modyfykatsiia opredeleniia produktov perekysnoho okysleniia lypidov v reaktsii s tyobarbyurovoi kyslotoi. Laboratornoe delo. № 7. 8-9.
28. Dubynyna E. E., Salnykova L. A., Efymova L. F. (1983). Aktyvnost y yzofermentnoi spektr superoksyddysmutazu erytrotsytov y plazme krovy cheloveka. Laboratornoe delo. № 10. S. 30-33
29. Koroliuk M. A., Yvanova L. Y., Maiorova Y. H. (1988). Metod opredeleniia aktyvnosti katalazy. Laboratornoe delo. № 1. 16-19
30. Bradford M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the

Сироватка Н. Ю.

principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. Vol. 72. P. 248-254

31. Merkulov H. A. (1969). Kurs patolohohystolohycheskoi tekhnky. Lenynhrad: Medytsyna, 423.

32. Lebedev P. T., Usovyeh A. T. (1976). Metodu issledovaniya kormov, orhanov y tkanei zhyvotnykh. 389.

33. Yvanova N. T. (1983). Atlas kletok krovy rub. Sravnytelnaia morfolohyia y

klassyfykatsyia formennukh elementov krovy rub. Moskva: Lehkaia y pyshchevaia promushlenost. 184.

34. Dervyz H. V., Vorobev A. Y. (1959). Kolychestvennoe opredelenye hemohlobyna posredstvom apparata FEK-M. Klynycheskaia laboratornaia dyahnostyka. 3-8.

35. Plokhynskiy N. A. (1981). Byometryia. Moskva: Moskovskiy unyversytet. 367.

РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОВАРНЫХ ДВУХЛЕТОК КАРПА ПРИ ВСКАРМЛИВАНИИ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА В СОСТАВЕ ОСНОВНОГО РАЦИОНА Н. Ю.Сыроватка

Аннотация. В статье исследовано влияние голозерного овса, на рыбоводно-биологические, гематологические и биохимические показатели товарных групп карпов, как одного из компонентов кормосмеси, при разном соотношении, в рационе. Целью эксперимента было повышение рыбопродуктивности прудов и снижение затрат корма на выращивание за счет обеспечения физиологических потребностей товарных групп карпа путем применения в кормлении голозерного овса. Для этого по методу аналогов было сформировано три экспериментальных группы рыб. Рыбам первой опытной группы (с 1 июля) дополнительно вводили в состав основного рациона 30% голозерного овса, рыбам второй опытной группы – 50% голозерного овса, третьей группе скармливали кормовую смесь без добавления овса.

В результате проведения исследований доказано, что добавление в рецептуру кормосмеси голозерного овса положительно влияет на рыбоводно-биологические и физиологические показатели товарного карпа. Установлено, что наиболее эффективным является дополнительное скармливание голозерного овса в количестве 30 %. В частности, при добавлении доли к основному рациону происходит рост показателя общей рыбопродуктивности на 7,7 % относительно показателей контрольного пруда, а расход корма ниже на 16,7 %.

Содержание гемоглобина в крови первой опытной группы было выше относительно контрольной группы, а также достоверно больше было количество эритроцитов ($P > 0,01$). Вместе с тем, в сыворотке крови карпов первой опытной группы достоверно возрастал уровень супероксиддисмутазы ($P > 0,02$), а уровень каталазы, к тому же снижался.

Ключевые слова. карп, двухлетки, расход корма, гемоглобин, эритроциты, рыбопроизводительность, зоопланктон, зообентос, антиоксидантная система защиты

PISCICULTURE, BIOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF AGE-1+ CARP WHILE ADDING NAKED OATS INTO MAIN FEEDING
N. Syrovatka

Abstract. *The influence of naked oats on pisciculture, biological, hematological and biochemical parameters of commercial carp groups, as one of the components of the feed mixture in different ratios has been studied in the article. The aim of the experiment was to increase the fish productivity of ponds and to reduce feed costs for cultivation by meeting the physiological needs of commercial carp groups when using naked oats in carp feeding.*

The object of the study was age-1+ carps of Lubin scaly and framed intra-breed type of Ukrainian carp breed. For this purpose, three experimental groups of fish were formed by the method of analogues. Fish of the first experimental group (from July 1) were additionally introduced 30% of naked oats into the main diet, the fish of the second experimental group - 50% of naked oats, the third group was fed a feed mixture without added oats.

As a result of the research done, it is proved that the addition of a mixture of naked oats has a positive effect on fish biological and physiological parameters of commercial carp. It was found out that the most effective is the additional feeding of naked oats in the amount of 30%. In particular, when the very amount of naked oats is added to the basic diet, the total fish productivity indicator increases by 7.7 % relative to the control pond indicators, and feed costs are lower by 16.7 %.

The amount of hemoglobin in the blood of the first experimental group was higher relative to the control group, and the number of erythrocytes was significantly higher ($P > 0.01$). However, in the carp serum of the first experimental group the level of superoxide dismutase ($P > 0.02$) significantly increased while the level of catalase decreased.

Keywords: *carp, age-1+ carp, feed costs, hemoglobin, erythrocytes, fish productivity, zooplankton, zoobenthos, antioxidant defence system*

ВАЛІДАЦІЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ СВИНЦЮ, КАДМІЮ, АРСЕНУ У М'ЯСІ ТА М'ЯСОПРОДУКТАХ АТОМНО-АБСОРБЦІЙНОЮ СПЕКТРОМЕТРІЄЮ З ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЮ АТОМІЗАЦІЄЮ

С. В. ШУЛЯК, кандидат ветеринарних наук

К. С. МЯГКА, кандидат ветеринарних наук

Державний науково-дослідний інститут з

лабораторної діагностики та ветсанекспертизи

С. А. ТКАЧУК, доктор ветеринарних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. С. ГАЙДЕЙ, кандидат ветеринарних наук

Державний науково-дослідний інститут з

лабораторної діагностики та ветсанекспертизи

Н. А. МЕЖЕНСЬКА, кандидат ветеринарних наук, доцент

Інституту ветеринарної медицини НААН

І. Ю. БАРДИК, головний фахівець лабораторії атомно-абсорбційної спектрофотометрії

Державний науково-дослідний інститут

з лабораторної діагностики та ветсанекспертизи

E-mail: ohdin@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.012>

***Анотація.** Токсичність важких металів створює появу ризиків для здоров'я, як людини, так і тварин, виходячи з їх здатності до накопичення в організмі. Токсичність металу залежить від поглиненої дози, шляху та тривалості впливу. Вчасне визначення важких металів у харчових продуктах, відповідно до затверджених у ЄС методів оцінки, є актуальним завданням.*

Метою дослідження було провести валідацію методу визначення свинцю, кадмію, арсену в м'ясі та м'ясопродуктах методом атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією.

Для визначення арсену та кадмію використовували атомно-абсорбційний спектрофотометр Thermo Solaar (США), для визначення свинцю – атомно-абсорбційний спектрофотометр Varian 240 G (Австралія).

Для мінералізації зразків і приготування фонових і калібрувальних розчинів використовували азотну кислоту (Merck, Німеччина), сертифіковані стандартні розчини (Merck, Німеччина) згідно затверджених методів

У процесі дослідження встановлені валідаційні характеристики методу визначення свинцю, кадмію та арсену атомно-абсорбційною спектрометрією з електротермічною атомізацією, а саме: межа детектування, межа кількісного визначення, точність, правильність, збіжність, відтворюваність, селективність та лінійність.

Шуляк С. В., Мягка К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю.

Доведено точність, практичність та універсальність цього методу, що підтверджується показниками LOD і LOQ: для свинцю 0,31 і 10,0 мкг/кг, кадмію 0,3 і 5,0 мкг/кг, арсену 0,2 і 10,0 мкг/кг.

Отримані результати та валідаційні дані щодо точності, та відтворюваності є відповідними вимогам Європейського законодавства щодо залишкового вмісту важких металів у м'ясі та м'ясопродуктах.

Ключові слова: валідація методу, атомно-абсорбційна спектрометрія, метали, м'ясо і м'ясопродукти

Актуальність. Токсичність важких металів створює появу ризиків для здоров'я, як людини, так і тварин, зважаючи на їх здатність до накопичення в організмі. Токсичність металу залежить від поглиненої дози, шляху та тривалості впливу. Це може призвести до різних порушень, а також – до надмірної шкоди внаслідок окисного стресу, спричиненого утворенням вільних радикалів [1,2].

Одним з основних джерел надходження важких металів в організм людини є харчові продукти. Тому, вчасне визначення важких металів у харчових продуктах, відповідно до затверджених у ЄС методів оцінки, є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Накопичення важких металів у їстівних органах тварин зумовлено антропогенною діяльністю людини, раціоном годівлі. Під час оцінки вмісту залишків важких металів у 450 зразках м'яса (нирок, печінки та м'язів) із 150 випадково відібраних туш кіз, виявлено, що принаймні один із них був виявлений у 56 % туш. Середні концентрації миш'яку становили $0,53 \pm 0,10$ мг/кг,

$0,57 \pm 0,09$ мг/кг і $0,45 \pm 0,08$ мг/кг, свинцю – $0,48 \pm 0,38$ мг/кг, $0,45 \pm 0,24$ мг/кг і $0,82 \pm 0,39$ мг/кг, кадмію $0,06 \pm 0,32$ мг/кг, $0,02 \pm 0,00$ мг/кг і $0,02 \pm 0,00$ мг/кг для тканин нирок, печінки та м'язів, відповідно [3].

Нині перелік офіційних методів рекомендованих ЄС для визначення важких металів у кормах і харчових продуктах передбачає застосування атомно-абсорбційної спектрометрії з полум'яною [4] та електротермічною атомізацією, атомно-абсорбційної спектрофотометрії [5], індуктивно зв'язаної атомно-емісійної спектрометрії, методу анодної вольтамперметрії [6,7]. Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки, різну межу чутливості, та селективність.

Натомість, у науковій літературі можна зустріти підтвердження тому, що прослідковується різниця у проведенні досліджень за різними методами і відповідно результати мають різницю, як в одиницях вимірювання, так і числових значеннях. Так, за методом електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії для прямого визначення кадмію та

свинцю у свіжому м'ясі зразки свіжого м'яса гомогенізували, зважували безпосередньо на твердих платформах для відбору проб і вводили у поперечно нагріту графітову трубку. Водночас, досліджували помилки зважування та оптимізацію температурної програми. Калібрування проводили за водними стандартами та досліджували два модифікатори: 0,05% Pd + 0,03 % Mg + 0,05 % Triton X-100 та 0,01 % Pd + 10 % NH₄HEMAC₃ + 0,05 % Тритон X-100. Перший рекомендований через більш високу температуру піролізу, отриману для кадмію, і кращі межі виявлення – 1,9 мкг кг⁻¹ для свинцю та 0,13 мкг кг⁻¹ для кадмію з розрахунку 10 мг маси зразка. Результати, отримані для кадмію та свинцю у двох сертифікованих еталонних матеріалах, статистично не відрізнялися від сертифікованих значень на 95 % рівня довіри, що вказує на те, що калібрування за водними стандартами підходить для цього застосування [8].

Також, для визначення залишків свинцю та кадмію у різних зразках харчових продуктів методом атомно-абсорбційної спектрометрії в печі додавали модифікатори матриці у вигляді 50 мкг NH₄H₂PO₄ + 3 мкг Mg (II), як для Pb (II), так і для Cd (II). Сигнали вимірювали як площу піку. Виявлено, що концентрації Pb (II) і Cd (II) у зразках харчових

продуктів знаходяться в діапазоні від 2,67 нг р⁻¹ до 6,63 нг г⁻¹ [9].

Отже, атомно-абсорбційний аналіз – це метод кількісного визначення елементного складу речовини, що досліджується за атомними спектрами поглинання і ґрунтується на здатності атомів вибірково поглинати електромагнітне випромінювання в різних ділянках спектра. Атомно-абсорбційний метод відомий у декількох варіантах: полум'яному, електротермічному та спеціальному (атомізація в тліючому розряді, атомізація гідридів, метод холодного випаровування).

Поміж застосованих методів атомно-абсорбційна спектрометрія з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум'ї використовується в деяких лабораторіях для визначення токсичних елементів, зокрема свинцю і кадмію, проте даний метод має низькі межі виявлення, та чутливий до складних органічних матриць, має низку проблем із накладанням сигналів, шумом та інтерференціями. Натомість, атомно-емісійний метод з індуктивно-зв'язаною плазмою звичайно є точним, однак потребує дорогого обладнання. Атомно-абсорбційна спектрометрія із гідридною генерацією характеризується не високою чутливістю та довготривалим процесом аналізу, та підготовкою проб.

Тому, необхідно обрати простий метод із найоптимальнішими характеристиками для швидкого, точного й дешевшого аналізу токсичних елементів у м'ясних продуктах і провести оцінку його придатності.

Мета дослідження – провести валідацію методу визначення свинцю, кадмію, арсену у м'ясі та м'ясопродуктах методом атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією.

Матеріали і методи досліджень. Валідація методу визначення свинцю, кадмію, арсену методом атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією у м'ясі та м'ясопродуктах проводилась згідно вимог Рішення Європейської Комісії № 2002/657/ЄС про імплементацію Директиви Ради 96/23 ЄС щодо застосування аналітичних методів і роз'яснення результатів [10], а також настанови Єврохім [11].

Дослідження проводились у лабораторії атомно-абсорбційної спектрофотометрії науково-дослідного хіміко-токсикологічного відділу Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветсанекспертизи.

Для визначення арсену та кадмію використовували атомно-абсорбційний спектрофотометр Thermo Solaar (США), а для визначення свинцю – атомно-

абсорбційний спектрофотометр Varian 240 G (Австралія).

Для мінералізації зразків і приготування фонових, і калібрувальних розчинів використовували азотну кислоту (Merk, Німеччина), сертифіковані стандартні розчини (Merk, Німеччина) згідно затверджених методів [12–15].

Результати дослідження та їх обговорення. Валідаційний процес визначення свинцю, кадмію та арсену забезпечили дослідженням 230 зразків м'яса різних видів тварин і визначенням 30 зразків сертифікованого референт матеріалу з атестованим вмістом іонів металів (BCR 07315 Liver). Визначались ключові робочі параметри: межа кількісного визначення, межа детектування, збіжність, відтворюваність, точність, лінійність, специфічність та стабільність. Результати проведених робіт оброблялися відповідно прийнятим критеріям (середнє арифметичне, стандартне відхилення, відносне стандартне відхилення).

Основним принципом цього методу для вимірювань масової частки металів у мінералізаті є селективне поглинання електромагнітного випромінювання визначеної частоти (абсорбція) атомами речовини у вільному стані. Це забезпечується способом електротермічної атомізації з нагріванням графітової кювети до

Шуляк С. В., Мягка К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю.

температури близько 3000 °С. були підібрані оптимальні
Водночас, для кожного з елементів температурні режими (табл. 1).

1 Параметри температурної програми електротермічної атомізації з використанням графітової кювети подовженого строку життя

Елемент	Температура, С°	Час, с	Нагрів С°/с	Потік газу, л/хв	Час програми атомізації
Свинець	115	23,0	15	0,3	79,3
	130	19,0	7	0,3	
	550	5,0	10	0,3	
	550	2,0	-	0,3	
	550	2,0	-	0,0	
	2200	0,8	20	0,0	
	2200	2,0	-	0,0	
	2250	2,0	-	0,3	
Кадмій	100	5,0	10	0,2	79,6
	100	8,0	7	0,2	
	300	10,0	20	0,2	
	850	15,0	50	0,2	
	1700	3,0	-	Вимкн.	
	2500	3,0	-	0,3	
Арсен	110	22,0	50	0,2	79,3
	300	10,0	20	0,2	
	1000	15,0	150	0,2	
	260	3,0	0	Вимкн.	
	2700	3,0	0	0,3	

У подальшому реєстрували досліджуваному металу, величину резонансного поглинання застосовуючи відповідну корекцію випромінювання на аналітичній фону – Дейтерієва лампа й корекція довжині хвилі, що відповідає Зеємана (табл. 2).

2. Умови реєстрації аналітичного сигналу залежно від виду металу

Показники	Свинець	Арсен	Кадмій
	Hollow Cathode Lamp – Pb	Hollow Cathode Lamp – As	Hollow Cathode Lamp – Cd
Сила струму випромінювання, мА	10	12	5,0-10,0
Аналітична довжина хвилі, нм	283,3	193,7	228,8
Характеристична концентрація, мкг/см ³	0,13	0,22	0,013
Концентрація еталонного розчину, мкг/см ³	-	-	0,6
Абсорбція	-	-	0,2
Корекція фону	Дейтерієва лампа	Зеємана	Дейтерієва лампа
Модифікатор	NH ₄ H ₂ PO ₄	Pd(NO ₃) ₂	Pd(NO ₃) ₂

Масову частку металу в мінералізаті розраховували автоматично програмним забезпеченням приладу за градуальною залежністю величини поглинання від масової концентрації металу.

Збіжність (*Repeatability*) визначали багатократним (10–20 раз) вимірюванням відповідного гомогенного зразку з відомим вмістом аналіту в однакових умовах, у результаті чого оцінювали близькість результатів один до одного. Це показник короткотривалих коливань результатів досліджень, критерієм цього показнику є стандартне відхилення паралельних величин.

За вмістом аналітів у зразку, в межах від 0,001 до 0,5 мг/кг, прийнятне значення RSDr становить не більше 20 %. В інших випадках прийнятним вважається значення RSD не більше 5 %.

Відтворюваність (*Reproducibility*) визначалась багаторазовим дослідженням зразків у різних умовах, оскільки це

характеристика якості результатів вимірювання, яка відображає близькість один до одного результатів повторних спостережень в умовах, які відрізняються.

Недостатня стабільність досліджуваної речовини або матричних елементів у зразку впродовж збереження або аналізу, може спричинити істотні відхилення в результатах аналізу, тому визначали стабільність калібрувального стандарту в розчині, та в матриці. Стабільність досліджуваної речовини позитивно характеризується за різних умов збереження. Тому, для її визначення готували основний стандартний розчин аналіту і розчиняли до одержання різних концентрацій (від мінімальної, що відповідає межі детектування). З кожної концентрації відбирали по 40 аліквот, які одразу після приготування досліджували за вмістом аналіту. Розподіляли рівні кількості за відповідними контейнерами, позначали їх, і зберігали в різних умовах (табл. 3).

3. Умови зберігання для визначення стабільності

Концентрація аналіту в розчині, мг/см ³	Загальна кількість аліквот	Умови зберігання: посуд з темного скла		Умови зберігання: посуд зі світлого скла	
		температура зберігання 20 °C (серія А)	температура зберігання +4 °C (серія В)	температура зберігання +20 °C (серія С)	температура зберігання +20 °C (серія D)
С1	40	10	10	10	10
С2	40	10	10	10	10
С3	40	10	10	10	10

Стабільність у матриці визначали за допомогою сертифікованого референт-матеріалу. Такий матеріал гомогенізували, розділяли на 4 аліквоти, додавали до кожної аліквоти аналіт (низькі концентрації стандартного розчину). Одну з аліквот досліджували одразу після приготування у свіжому матеріалі, в інших визначали концентрацію аналіту через 1,2 і 4 тижні.

Точність, правильність (*Accuracy, Truness*) – близькість отриманих результатів до істинного значення, оцінювали за похибкою визначення. Точністю, також, називають кількісну різницю між середнім, з набору результатів або індивідуального результату, і значення, що прийняте, як істинне

або правильне значення для вимірюваної кількості.

Точність (Т, %) визначали за формулою :

$$T = \frac{X_{\partial}}{X_{атест}} \cdot 100$$

де: $X_{атест}$ – атестована концентрація аналіту в референт-матеріалі;

X_{∂} – середнє арифметичне з 6 значень, мг/кг.

Мінімальна точність кількісного методу вираховувалася за вимогами Рішень комісії про імплементацію Директиви Ради 96/23 ЄС щодо застосування аналітичних методів і роз'яснення результатів проводилось за Рішенням Європейської Комісії 2004/657/ЄС (табл. 4).

4. Регламентовані значення точності

Концентрація аналіту	Регламентоване значення
≤ 1 мкг/кг	- 50 % до + 20 %
>1 мкг/кг до 10 мкг/кг	- 30 % до + 10 %
≥ 10 мкг/кг	- 20 % до + 10 %

Специфічність (*Specificity*) або селективність методу визначалась виходячи з того, наскільки він забезпечує недвозначне виявлення та визначення певного аналіту в суміші без взаємного впливу з боку інших компонентів, які можуть очікуватись в матриці (домішки, близько рівні хімічні сполуки, продукти розпаду, інгредієнти плацебо), що усувається застосуванням корекції фону – Дейтерієві лампи і корекція Зеємана.

Проводили визначення специфічності шляхом аналізу зразків у діапазоні від чистих вимірювальних стандартів, забруднених речовинами, що спричиняють потенційний вплив, до сумішей з відомим вмістом, який відповідає складові реального зразку. Випадки серйозного взаємного впливу не зафіксовані.

Важливою характеристикою методу є чутливість (*Sensitivity*). Чим вищою є чутливість, тим краще метод

Шуляк С. В., Мягка К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю.

дозволяє розрізняти близькі концентрації. Чутливість характеризується характеристичною концентрацією $C_{\text{хар}}$ – це така концентрація досліджуваного елемента, яка дає поглинання рівне 0,0044 одиниць поглинання (1 % абсорбції) за розпилення чи висушування чистих розчинів. В атомно-абсорбційній спектрометрії ця величина залежить від багатьох чинників (можливості електронного

переходу, типу й ефективності атомізації, параметрів обладнання).

Чутливість методу визначали за формулою:

$$C_{\text{хар}} = 0,0044C/A,$$

де: C – концентрація аналіту;

A – поглинання за відповідної концентрації аналіту.

Отримані за цим методом валідаційні дані щодо визначення залишків свинцю, кадмію та арсену наведені в таблиці 5.

5. Валідаційні дані методу

Валідаційні дані	Свинець	Кадмій	Арсен
Збіжність, %	3,2	3,5	4,1
Внутрішньолабораторна відтворюваність, %	8,7	6,9	8,9
Точність, %	96,53	98,84	95,66
Лінійність	лінійний	лінійний	лінійний
Специфічність	специфічний	специфічний	специфічний
Стабільність у матриці	стабільний	стабільний	стабільний
Межа детектування (LOD), мкг/кг	0,31	0,30	0,2
Межа кількісного визначення (LOQ), мкг/кг	5,0	10,0	10,0

Лінійність та робочий діапазон дають змогу більш точно оцінювати отримані результати. Лінійність (*Linearity*) – є здатність показати, що результати тесту є пропорційні концентрації аналіту в зразку у межах даного інтервалу, встановленого для методу. Нахил регресійної лінії та його варіація дає математичну ступінь лінійності. Лінійність оцінювали шляхом візуальної перевірки графіку стандартних вимірних значень.

Робочий діапазон або інтервал (*Working Range*) – оцінювали

перевіркою того, як цей аналітичний метод забезпечує точність, правильність і лінійність за визначення зразків, які вміщують аналіт на границі інтервалу і всередині його. Водночас, визначалась та область, де результати мають прийнятну невизначеність. Нижня межа робочого діапазону визначалася лімітом кількісного визначення, а верхня – точкою, де рівень зміни реакції на одиницю зміни концентрації є недостатнім. Діапазон лінійності може змінюватися, залежно від типу

матриці, і, відповідно, може виникнути необхідність у його перевірці для певних типів зразків.

Межа детектування або межа виявлення аналітичного методу (*Limit of detection, LOD*) аналізу – це мінімальна концентрація аналізу в зразку, що може бути виявлена зі статистичною впевненістю. Вона визначалась за допомогою повторного аналізу 20 зразків холостої (нульової) проби.

Межа детектування статистично визначалась, як деякий множник, рівний подвоєному (двухсигмовий критерій) або потроєному (трьохсигмовий критерій) стандартному відхиленню. Ця кількість чисельно дорівнює подвоєній величині стандартного відхилення $2S_0$.

Для оцінювання межі кількісного визначення LOQ (*Limit of Quantitation*) (найнижчий рівень вмісту аналізу в матричній пробі) проводили 10 кратне аналізування тестових проб із низькою концентрацією аналізу. LOQ обчислювали як концентрацію аналізу, що дорівнює отриманому стандартному відхиленню (s_0') на низьких рівнях концентрації, помноженому на певний коефіцієнт k . Іноді застосовують множники 5 чи 6, тоді значення RSD становлять відповідно 20 і 17 %.

Згідно Регламенту Ради ЄС 2007/333/ЄС [15] межа кількісного визначення для атомно-абсорбційних

спектрометричних методів не має перевищувати одну п'яту, а для свинцю дві п'ятих максимального рівня, зазначеного в Регламенті Ради ЄС 2006/1881/ЄС [13].

Максимальні рівні вмісту важких металів у м'ясі та м'ясній сировині в Україні регламентується Наказом МОЗ № 1238 від 22.05.2020 року «Про внесення змін до Державних гігієнічних правил і норм. Регламент максимальних рівнів окремих забруднювачів у харчових продуктах». Тому, важливим критерієм є значення межі кількісного визначення методу для вірної інтерпретації й достовірності результатів аналізу.

Отже, результати, отримані під час валідації методу, знаходяться у допустимих межах згідно Рішення комісії ЄС 657/2002 [12], що дозволяє застосувати його згідно призначення та отримувати дані високої точності [4,5].

Висновки і перспективи

1. Встановлені валідаційні характеристики методу визначення свинцю, кадмію, арсену атомно-абсорбційною спектрометрією з електротермічною атомізацією, а саме: межа детектування, межа кількісного визначення, точність, правильність, збіжність, відтворюваність, селективність та лінійність.

2. Доведено точність, практичність та універсальність цього методу, що підтверджується

Шуляк С. В., Мягка К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю.

показниками LOD і LOQ: для свинцю 0,31 і 10,0 мкг/кг, кадмію 0,3 і 5,0 мкг/кг, арсену 0,2 і 10,0 мкг/кг.

3. Отримані результати та валідаційні дані щодо точності та відтворюваності є відповідними вимогам Європейського законодавства щодо залишкового

Список використаних джерел

1. Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B. V., Beeregowda K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*. Vol. 7. P. 60–72. doi: 10.2478/intox-2014-0009

2. Naseri. K., Salmani F., Zeinali M., Zeinali T. (2021). Health risk assessment of Cd, Cr, Cu, Ni and Pb in the muscle, liver and gizzard of hen's marketed in East of Iran. *Toxicology Repost*. Vol. 8. P. 53–59. doi: 10.1016/j.toxrep.2020.12.012

3. Njoga E. O., Ezenduka E. V., Ogbodo C. G., Ogbonna C. U., Jaja I. F., Ofomatah A. C., Okpala C. O. R. (2021). Detection, distribution and health risk assessment of toxic heavy metals/metalloids, Arsenic, Cadmium, and Lead in goat carcasses processed for human consumption in south-eastern Nigeria. *Foods*. Vol. 10, No. 4. P. 781–798. doi:10.3390/foods10040798

4. Paska M., Simonova I., Galuch B., Basara, I., Masliichuk O. (2017). Toxic elements in lentil, thyme and juniper in the composition of semi-smoked sausages using the method of atomic-absorbtion spectrometry with atomization in flume. *Eureca: Life Sciences*. Vol. 4, No. P. 35–42. doi:10.21303/2504-5695.2017.00388

5. Abedi A., Zabihzadeh M., Hosseini H., Eskandari S., Ferdowsi R. (2018). Determination of Lead, Cadmium, Iron and Zinc contents in the meat products supplied in Tehran. *Iranian Journal Nutrition Sciences Food Technology*. Vol. 13, No. 3. P. 93–102. URL: <http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-2585-en.html>

6. Chowdhury Z. M. A., Siddiquea Z. A., Hossain S. M. A., Kazi A. I., Ahsan A. A., Ahmed S., Zaman M. M. (2011). Determination of essential and toxic metals in meats, meat

вмісту важких металів у м'ясі та м'ясопродуктах.

У перспективі плануємо виконати ряд валідаційних досліджень щодо визначення залишкових кількостей антибіотиках у м'ясі та м'ясопродуктах згідно плану державного моніторингу.

products and eggs by spectrophotometric method. *Journal of Bangladesh Chemical Society*. Vol. 24, No. 2. P. 165–172. doi: 10.3329/jbcs.v24i2.9705

7. Maky M. A., Abd-ElRasoul M. A. A., Salah M. (2020). Evaluation of some food additives and heavy metals in Egyptian meat products. *International Journal One Health*. Vol. 6, No. 1. P. 61–68. doi: 10.14202/IJOH.2020.61-68

8. Damin C. F., Zmozinski A. V., Borges A., Vale M. G. R. (2011). Determination of cadmium and lead in fresh meat by slurry sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Analytical Methods*, Vol. 36, No. 2 : 1379. doi:10.1039/c1ay05085k

9. Oymak T., Tokaloğlu Ş., Yılmaz V., Kartal Ş., Aydın D. (2009). Determination of lead and cadmium in food samples by the coprecipitation method. *Food Chemistry*. Vol. 113, No. 4. P. 1314–1317. doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.064

10. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів [Текст]. Чинний від 2015-07-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. IV, 14 с. (Національний стандарт України)

11. Настанова Eurachem "Придатність аналітичних методів для конкретного застосування. Настанова для лабораторій з валідації методів та суміжних питань": за ред. Б. Магнуссона та У. Ернемарка: переклад другого видання. 2014 р. К.: ТОВ "Юрка Любченка", 2016. 92 с.

12. Commission Decision 657/2002 on the implementation of Council Directive 96/23 on the application of methods of analysis and interpretation of results. *Official Journal of the European Communities*. 2002. 32 p.

13. Council Regulation 2006/1881 / EU. On establishing the maximum level of certain contaminants in food. *Official Journal of the European Communities*. 2008. 24 p.

14. Council Regulation 2001/466 / EC. About establishment of the maximum levels of certain harmful substances in foodstuff. *CONSLEG: 2001R0466 – 05/05/2004 OB. L 77*. 2001. 24 p.

15. Council Regulation 2007/333 / EU. Approving sampling methods and methods of analysis for the official control of levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, C-MCPD and benzo (a) pyrene in foodstuffs. 29.3.2007. *Official Journal of the European Union. L 88/29*. 10 p.

References

1. Jaishankar, M., Tseten, T. Anbalagan, N. Mathew, B. B. Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7, P. 60–72 doi: 10.2478/intox-2014-0009

2. Naseri, K. Salmani, F. Zeinali, M. Zeinali, T. (2021). Health risk assessment of Cd, Cr, Cu, Ni and Pb in the muscle, liver and gizzard of hen's marketed in East of Iran. *Toxicology Repost*, 8, 53–59. doi: 10.1016/j.toxrep.2020.12.012

3. Njoga E. O., Ezenduka E. V., Ogbodo C. G., Ogbonna C. U., Jaja I. F., Ofomatah A. C., Okpala C. O. R. (2021). Detection, distribution and health risk assessment of toxic heavy metals/metalloids, Arsenic, Cadmium, and Lead in goat carcasses processed for human consumption in south-eastern Nigeria. *Foods*. Vol. 10, No. 4. P. 781–798. doi:10.3390/foods10040798

4. Paska, M., Simonova, I., Galuch, B., Basarab, I., Masliichuk, O. (2017). Toxic elements in lentil, thyme and juniper in the composition of semi-smoked sausages using the method of atomic-absorbtion spectrometry with atomization in flume. *Eureca: Life Sciences*, 4, 35–42. doi:10.21303/2504-5695.2017.00388.

5. Abedi, A., Zabihzadeh, M., Hosseini, H., Eskandari, S., Ferdowsi, R. (2018). Determination of Lead, Cadmium, Iron and Zinc contents in the meat products supplied in Tehran. *Iranian Journal Nutrition Sciences*

Food Technology, 13 (3), 93–102. URL: <http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-2585-en.html>

6. Chowdhury, Z. M. A., Siddiquea, Z. A., Hossain, S. M. A., Kazi, A. I., Ahsan, A. A., Ahmed, S., Zaman, M. M. (2011). Determination of essential and toxic metals in meats, meat products and eggs by spectrophotometric method. *Journal of Bangladesh Chemical Society*, 24, 2, 165–172. doi: 10.3329/jbcs.v24i2.9705

7. Maky, M. A., Abd-ElRasoul, M.A.A., Salah, M. (2020). Evaluation of some food additives and heavy metals in Egyptian meat products. *International Journal One Health*, 6(1), 61–68. doi: 10.14202/IJOH.2020.61-68

8. Damin, C. F., Zmozinski, A. V., Borges, A., Vale, M. G. R. (2011). Determination of cadmium and lead in fresh meat by slurry sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Analytical Methods*, 36, 2 : 1379. doi:10.1039/c1ay05085k

9. Oymak, T., Tokaloğlu, Ş., Yılmaz, V., Kartal, Ş., Aydın, D. (2009). Determination of lead and cadmium in food samples by the coprecipitation method. *Food Chemistry*, 113, 4, 1314–1317. doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.064

10. DSTU 7670:2014 Syrovyna i produkty kharchovi. Pryhotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachennia vmistu toksychnykh elementiv [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements [Text]. Kyiv: State Consumer Standard] (in Ukrainian)

11. Nastanova Eurachem "Prydatnist analitychnykh metodiv dlia konkretnoho zastosuvannia. Nastanova dlia laboratorii z validatsii metodiv ta sumizhnykh pytan" [Eurachem Guide: The Fitness for purpose of analytical methods. Laboratory guide to method validation and related] : za red. B. Mahnussona ta U. Ernemarka: pereklad druhoho vydannia. 2014 r. K.: TOV "Iurka Liubchenka", 2016. 92 s.

12. Commission Decision 657/2002 on the implementation of Council Directive 96/23 on the application of methods of analysis and interpretation of results. *Official Journal of the European Communities*. 2002. 32 p

Шуляк С. В., Мягкая К. С., Ткачук С. А., Гайдей О. С., Меженська Н. А., Бардик І. Ю.

13. Council Regulation 2006/1881 / EU. On establishing the maximum level of certain contaminants in food. Official Journal of the European Communities, 2008, 24 p.

14. Council Regulation 2001/466 / EC. About establishment of the maximum levels of certain harmful substances in foodstuff. CONSLEG: 2001R0466 — 05/05/2004 OB, L 77, 2001, 24 p.

15. Council Regulation 2007/333 / EU. Approving sampling methods and methods of analysis for the official control of levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, C-MCPD and benzo (a) pyrene in foodstuffs. 29.3.2007. Official Journal of the European Union, L 88/29, 10 p.

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВИНЦА, КАДМИЯ, АРСЕНА В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИЕЙ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ **С. В. Шуляк, К. С. Мягкая, С. А. Ткачук, О. С. Гайдей, Н. А. Меженская, И. Ю. Бардик**

***Аннотация.** Токсичность тяжелых металлов создает появление рисков для здоровья, как человека, так и животных, исходя из их способности к накоплению в организме. Токсичность металла зависит от поглощенной дозы, пути и длительности воздействия. Своевременное определение тяжелых металлов в пищевых продуктах, в соответствии с утвержденными в ЕС методами оценки, является актуальной задачей.*

Целью исследования было провести валидацию метода определения свинца, кадмия и мышьяка в мясе и мясопродуктах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Для определения мышьяка и кадмия использовали атомно-абсорбционной спектрофотометр Thermo Solaar (США), для определения свинца атомно-абсорбционной спектрофотометр Varian 240 G (Австралия).

Для минерализации образцов и приготовления фоновых и калибровочных растворов использовали азотную кислоту (Merk, Германия), сертифицированные стандартные растворы (Merk, Германия) согласно утвержденным методам.

В ходе исследования установлены валидационные характеристики метода определения свинца, кадмия и мышьяка атомно-абсорбционной спектроскопией с электротермической атомизацией, а именно: предел детектирования, предел количественного определения, точность, правильность, сходимость, воспроизводимость, селективность и линейность.

Доказано точность, практичность и универсальность этого метода, что подтверждается показателями LOD и LOQ: для свинца 0,31 и 10,0 мкг / кг, кадмия 0,3 и 5,0 мкг / кг, мышьяка 0,2 и 10,0 мкг / кг.

Полученные результаты и валидационные данные по точности и воспроизводимости соответствуют требованиям Европейского законодательства по остаточному содержанию тяжелых металлов в мясе и мясопродуктах.

***Ключевые слова:** валидация метода, атомно-абсорбционная спектроскопия, металлы, мясо и мясопродукты*

VALIDATION OF THE METHOD FOR DETERMINATION OF LEAD, CADMIUM, ARSENE IN MEAT AND MEAT PRODUCTS ATOMIC-ABSORPTION SPECTROMETRY WITH ELECTROTHERMAL ATOM

S. V. Shulyak, K. S. Myagka, S. A. Tkachuk, O. S. Gaiduy,
N. A. Mezhenkaya, I. Yu. Bardik

Abstract. *The toxicity of heavy metals poses risks to the health of both humans and animals based on their ability to accumulate in the body. The toxicity of the metal depends on the absorbed dose, route and duration of exposure. The timely determination of heavy metals in food, in accordance with EU-approved assessment methods, is an urgent task.*

The aim of the study was to validate the method of determination of lead, cadmium, arsenic in meat and meat products by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization.

The Thermo Solaar atomic absorption spectrophotometer (USA) was used to determine arsenic and cadmium, and the Varian 240 G atomic absorption spectrophotometer (Australia) was used to determine lead.

Nitric acid (Merk, Germany), certified standard solutions (Merk, Germany) according to the approved methods were used for mineralization of samples and preparation of background, calibration solutions.

The validation characteristics of the method for determining lead, cadmium, arsenic by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization, namely: detection limit, quantitative limit, accuracy, correctness, convergence, reproducibility, selectivity, linearity.

The accuracy, practicality and versatility of this method have been proven, which is confirmed by LOD and LOQ: for lead 0.31, 10.0 $\mu\text{g} / \text{kg}$, cadmium 0.3 and 5.0 $\mu\text{g} / \text{kg}$, arsenic 0.2 and 10.0 $\mu\text{g} / \text{kg}$.

The results obtained and the validation data on accuracy and reproducibility are in line with the requirements of European legislation on the residual content of heavy metals in meat and meat products.

Key words: *method validation, atomic absorption spectrometry, metals, meat and meat products*

**АСОРТИМЕНТ ТА СТАН КВІТНИКОВИХ НАСАДЖЕНЬ
СОБОРНОГО РАЙОНУ м. ДНІПРО****О. А. ПОНОМАРЬОВА**, кандидат біологічних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-6519-709X>**О. О. МИЛЬНІКОВА**, кандидат біологічних наук, доцент
А. А. ЛІННІК, магістр*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*E-mail: lponomareva@i.ua<https://doi.org/10.31548/dopovid2021.05.013>

***Анотація.** Досліджено стан та асортимент квітникових насаджень Соборного району міста Дніпро. Виявлено 513 квітників на території 18-ти об'єктів (10 вулиць, 4 бульвари і 4 паркових зони), в т.ч. 151 клумбу, 21 рабатку, 322 контейнери, 5 міксбордерів, 7 бордюрів, 1 рокарій, 6 пристовбурових лунок, оздоблених квітами. Загальна площа квітників становить 7844,3 м², з них майже 80 % припадає на клумби, близько 10 % – на рабатки. Асортимент квіткових рослин досить представлений 15-ма видами однорічників та 33-ма видами багаторічників. Лідерами в оздобленні квітників серед однорічників є сальвія блискуча, чорнобривці прямостійні та відхилені, петунія гібридна, бегонія завждиквітуча. Поміж багаторічних квітникових рослини переважають троянда садова, півники, очитки, хости, геліопсис багаторічний.*

Комплексний аналіз стану квітників показав, що найкраще виглядають об'єкти озеленення, розташовані на бульварах. Поміж них більше половини мають добрий стан, інші – задовільний. Квітники, розташовані у парках і скверах, мають найгірший стан. У доброму стані виявлено всього 5,7 % об'єктів, майже 40 % квітників перебувають у незадовільному стані – часто захаращені і зарослі бур'янами. Квітники приміагістральних територій також часто мають незадовільний стан унаслідок відсутності регулярного професійного догляду.

Виявлено, що в досліджених нами квітникових насадженнях найкращий стан до кінця сезону зберігають серед однорічників чорнобривці, бегонія завждиквітуча, петунія гібридна, алісум скельний. Поміж багаторічників найбільш декоративними упродовж сезону залишались різні види очитків, хоста ланцетна.

***Ключові слова:** типи квітників, асортимент квітникових рослин, стан квітників, багаторічні та однорічні рослини*

Актуальність. Квіткове містобудівними, кліматичними оформлення є невід'ємною частиною особливостями населених місць. На сучасного озеленення, виконує жаль, часто квіткове оформлення не екологічні, естетичні, виховні функції залишає цілісного враження, тому що й зумовлене, насамперед, історичними, квітники в ряді випадків розташовані

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. не там, де цього вимагає рішення того чи іншого планувального вузла, а там, де є вільне місце [14, с. 24]. До міських квітників також висувають такі вимоги як «вандалостійкість» і економічність [5, с.15]. Серед засобів озеленення квіти є найменш довговічним, але й найбільш яскравим елементом, що формує емоційний настрій мешканців. Дослідники з Хорватії встановили, що більшість пересічних громадян (67,5 %) звертають увагу на локалізацію і стан квітників свого міста [20, с. 128].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У більшості випадків асортимент конкретного квітника не змінюється упродовж вегетаційного сезону, залишаючись одноманітним і швидко втрачає декоративність. А от на думку А. і Дж. Бріджуотер «клумбовий метод» означає, що восени висаджують рослини, які квітнуть весною, а потім їх замінюють літниками, щоб забезпечити максимальну декоративність [3, с. 88].

Дослідження квіткового оформлення в різних куточках України показало, що в озелененні міста Вінниця переважають однорічні рослини (62 %), з них гарноквітучих – 70 %, декоративно-листяних – 10 %, ґрунтопокривних – 11 %, ампельних і витких – 9 % [17, с. 190-192]. Основу квітників центральної частини м. Львова також становлять композиції з однорічників, з них на квітники із сезонною заміною рослинного матеріалу припадає 42 % [19, с.96]. У місті Біла Церква у квітниках за

кількістю видів переважають багаторічники [9, с.78], теж саме притаманне і квітниковому озелененню міста Кривий Ріг [18, с. 167]. Однорічні рослини найчастіше представлені айстрою однорічною, чорнобривцями відхиленими і прямостійними, петунією гібридною, цинією, левиним зевом. Поміж багаторічників виявлено айстру ново-бельгійську, аквілегію звичайну, мак східний, півонії, півники, флокси багаторічні, стахіс, седум та ін.

Квітники населених місць Білорусі охарактеризовано одноманітними, як за асортиментом використовуваних рослин, так і за кольоровою гамою, з переважанням однорічників – чорнобривців, петунії, бегонії, агератуму, сальвії [12, с. 275]. Багаторічні культури використовують рідко і композиції за їх участю мають невисокий рівень композиційного задуму, з порушенням правил поєднання кольорів і низькою грамотністю під час підбору асортименту рослин [15]. Поміж однорічників переважають гарноквітучі рослини (42 %), незначна кількість декоративно-листяних, килимових та витких. Поміж багаторічних переважають лілійник гібридний, різні види хост [4, с. 333]. Складається парадоксальна ситуація: за зростаючої кількості видів і сортів декоративних рослин асортимент міських квітників змінюється в основному в бік збільшення числа сортів традиційно культивованих

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. одnorічників [1, с. 3]. Переважання одnorічних культур у квітниках із дуже обмеженим асортиментом (4–5 видів) і одноманітністю при виборі композиційних і колористичних рішень квіткового оформлення відмічають і в інших містах колишнього СРСР [6, с. 47; 7, с. 124; 10, с. 121; 16, с. 144]. Отже, на сьогодні квітково-декоративне оздоблення міст України, а також і за її межами, часто має одноманітний характер із залученням дуже обмеженого асортименту.

Метою дослідження було вивчення асортименту та стану квітників в історичній частині мегаполісу степової зони України (на прикладі міста Дніпро). Це дозволить надати рекомендації щодо підбору стійких та високодекоративних рослин для населених місць даного регіону.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в Соборному районі м. Дніпро, площа якого становить 4409 га. Вважається найбільш екологічно-чистим районом в історичній частині міста – на його території немає промислових підприємств, головним джерелом забруднення є автотранспорт. Територію району поділили на об'єкти загального користування – парки й бульвари, а також досліджували квітники приміагістральних територій головних вулиць району (насадження спеціального призначення). Обстежено 10 вулиць, 4 бульвари і 4 паркових зони. Аналіз квіткового оформлення

здійснювали наприкінці серпня – на початку вересня 2020 року маршрутним методом. Враховували тип квітника, його стан, видовий склад. Визначали площу квітників. Здійснювали класифікацію рослин за термінами вегетації, розподіл у групи за використанням у квітниках.

Якісна оцінка об'єктів квіткового оформлення проведена згідно «Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України» [8, с. 223]. Враховувалися такі показники: поверхня квітника, габітус і декоративність рослин, наявність відпаду, стан ґрунту, норма посадки, засміченість.

Оцінка якості квітників проводиться за трьома категоріями:

- добрий стан квітника – поверхня квітника ретельно спланована, рослини добре розвинені і декоративні, бур'янів і відпаду немає, ґрунт пухкий і вологий, відповідність нормам посадки розсади квіткових культур;

- задовільний стан квітника: поверхню квітника з помітними нерівностями, трапляються прогалини, рослини нормально розвинені, але є незначний відпад або бур'яни, що займають не більше 10 % площі квітника або кількості декоративних рослин, ґрунт ущільнений і сухий;

- незадовільний стан квітника: поверхня площі розміщення квітника спланована грубо, є суттєві прогалини, рослини слабо розвинені, мало декоративні або їх значна частина (більше 10 %) всохла або всихає,

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А.
бур'яни можуть займати більше 10 % площі квітника, ґрунт щільний і сухий.

Результати дослідження та обговорення. Усього було проаналізовано 513 квіткових композицій на території 18-ти об'єктів Соборного району. У процесі дослідження було виявлено 151 клумбу, 21 рабатку, 322 контейнери, 5 міксбордерів, 7 бордюрів, 1 рокарій, 6 пристовбурових лунок.

Загальна площа квітників становить 7844,3 м², з них 79,52 % припадає на клумби (151 шт.). На

другому місці рабатки – 9,96 % (21 шт.). Інші типи квітників трапляються рідко: міксбордери і бордюри в середньому займають по 2,5 % від всіх квітників (5 і 7 шт. відповідно), рокарій всього один. За чисельністю найбільш значний об'єкт квіткового оформлення – контейнери, усього їх нараховано 322 шт., але за площею всього 2,21 %. Зрідка можна побачити пристовбурові лунки біля дерев, у яких висаджені квіти, але їх частка всього 0,2 % від загальної площі квітників (рис. 1).

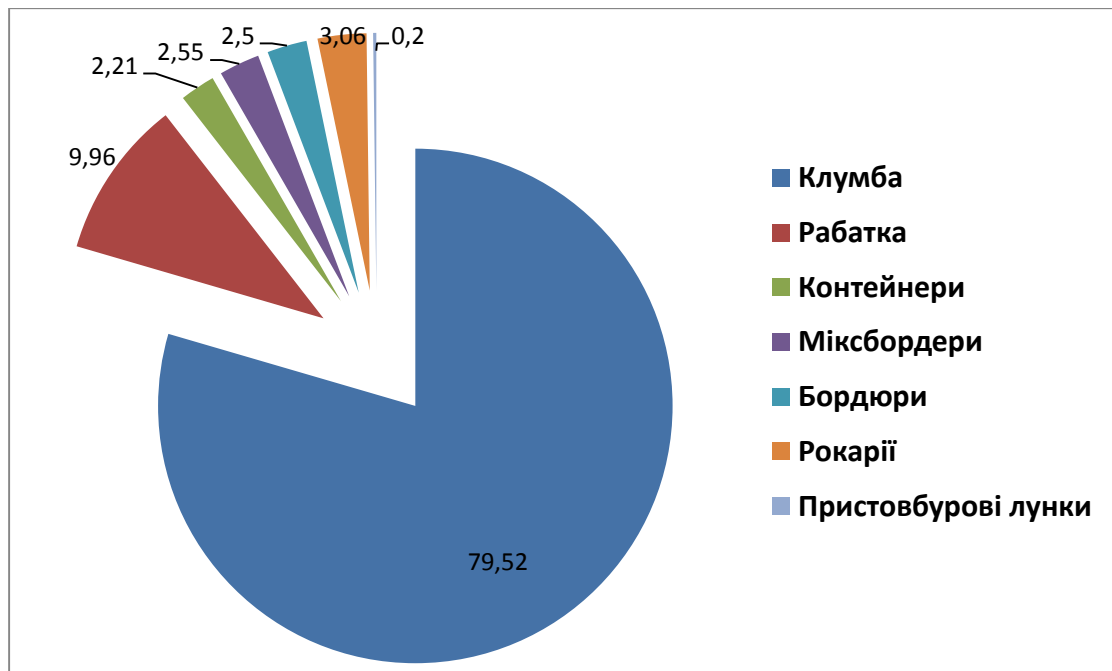


Рис. 1. Розподіл квіткового озеленення Соборного району за типами квітників, % від загальної площі квітників

Для всіх типів насаджень характерне переважання клумб у квітковому оформленні – вони складають близько $\frac{3}{4}$ всіх квітників. У парках відмічена більш вагома частка рокаріїв, міксбордерів і бордюрів, ніж на інших територіях. Але мало

контейнерів і немає пристовбурових лунок, прикрашених квітами. На бульварах зустрічається всього 4 типи квітників, серед них абсолютну перевагу мають клумби. Виявлено багато контейнерів і рабаток.

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А.

Примагістральні квітники – це клумби, рабатки і різноманітні контейнери, в т.ч. саморобні, зі спонтанним асортиментом. Треба звернути увагу, що площа контейнерів незначна у загальному квітковому оформленні, але кількість їх досить суттєва і декоративність часто набагато вища, ніж у клумб і рабатонок. Їх невеликі розміри дозволяють створити острівки з квітів навіть там, де дуже мало місця (біля дороги або на вузьких тротуарах).

Асортимент квіткових рослин досить різноманітний: 15 видів однорічників (рис. 2) та 33 види

багаторічників (рис. 3). Треба відмітити, що безпосередньо квіткові рослини займають площу близько 4300 м², що складає 54,8 % від загальної площі обстежених квітників. Це пов'язано в одних випадках із незадовільним станом квітників, в інших – з комбінованим озелененням, яке все частіше використовують у містах. У такому випадку більшу частину квітника займають декоративні кущі, хвойні рослини, іноді навіть невеликі дерева, а на квіти припадає не більше 10–15 % площі (рис. 4).

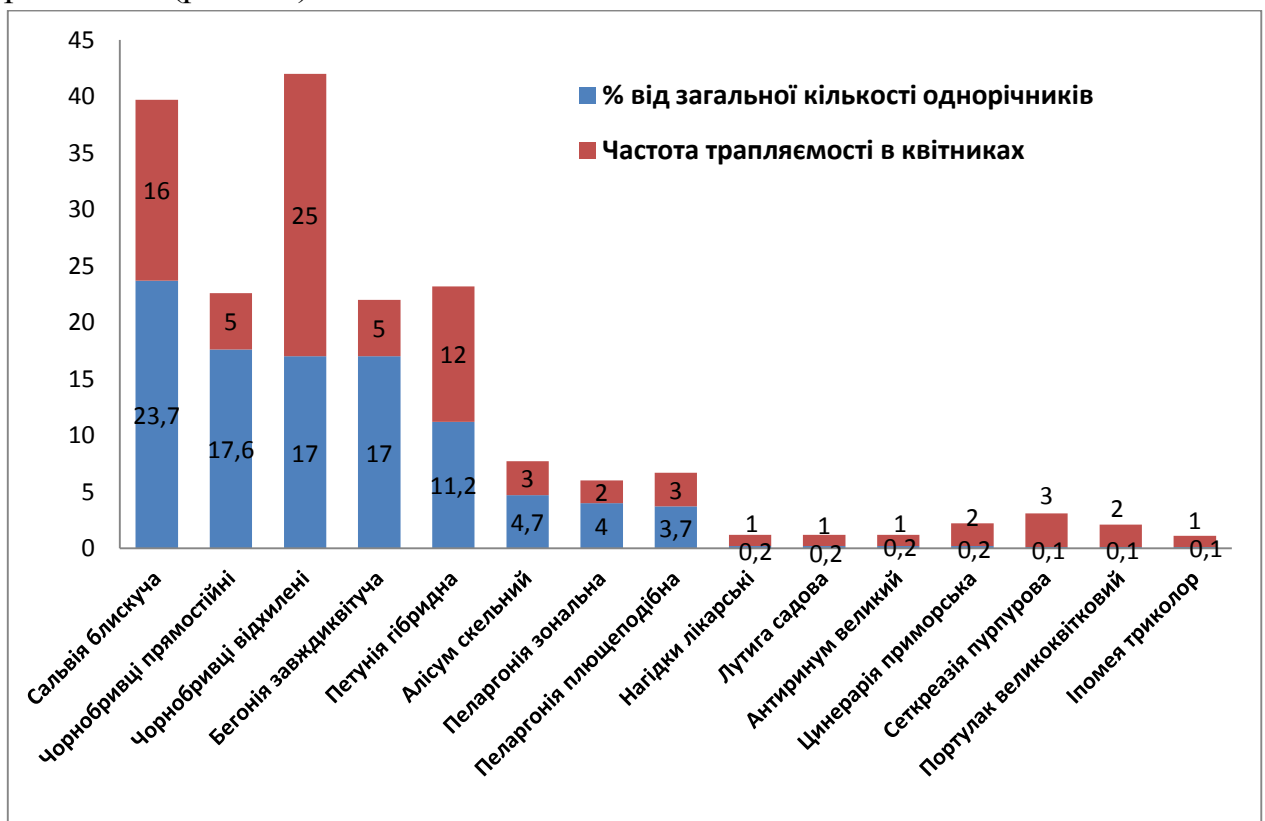


Рис. 2. Асортимент однорічників в озелененні Соборного району

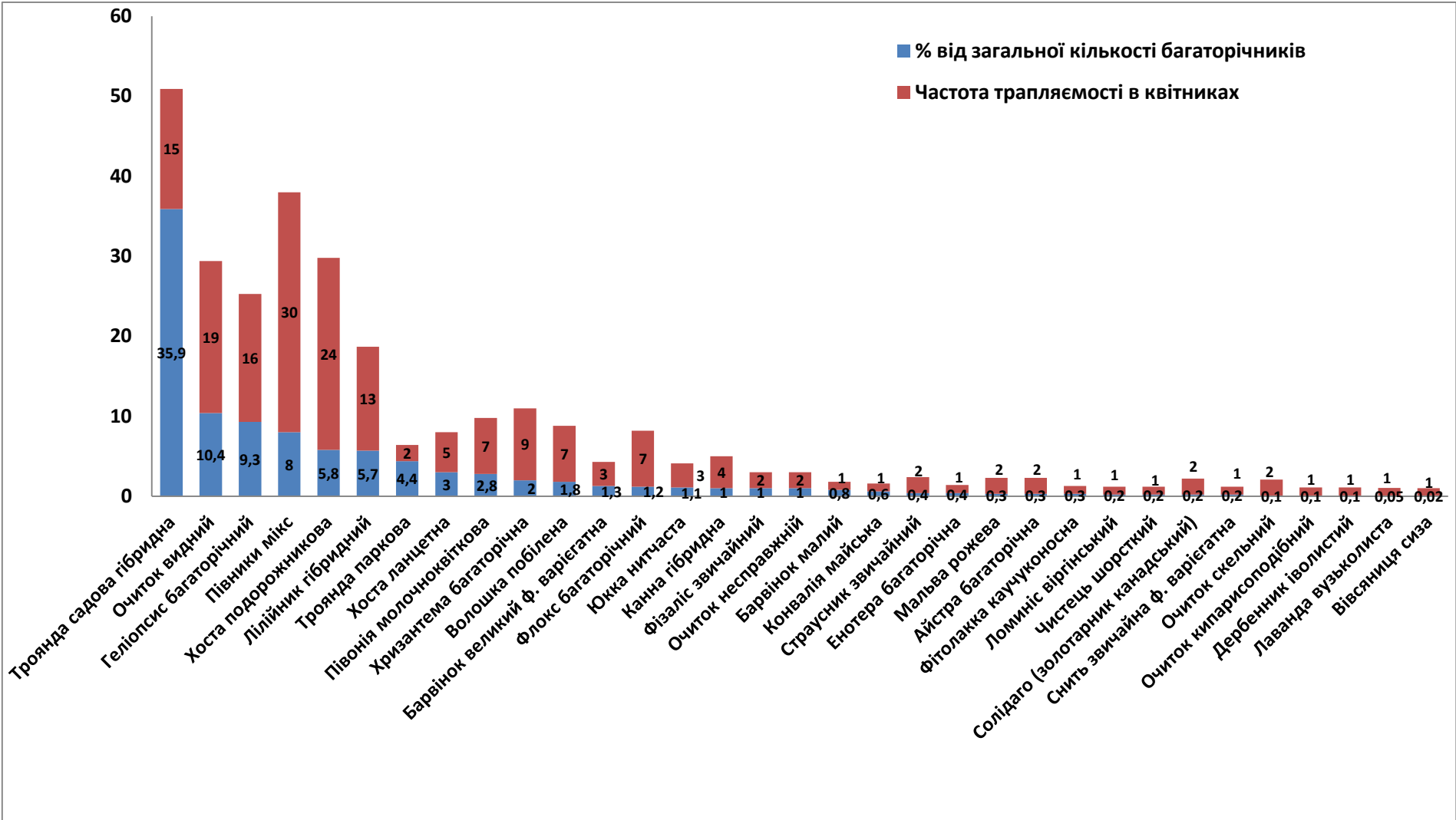


Рис. 3. Асортимент багаторічників в озелененні Соборного району

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А.

За площею проєктивного покриття у квітниках району переважають багаторічні рослини (57,5 %). За видовим різноманіттям їх в 2,2 рази більше, ніж однорічників. Абсолютний рекордсмен за займаними площами – троянда садова різноманітних сортів. Вона займає більше третини всіх площ під багаторічниками і трапляється 15 разів (рис. 3). Часто це моноквітники (розарії) – як одноколірні, так і багатоколіорові. Такі квітники зустрічаються на проспекті Д. Яворницького, на вул. Шевченко, в сквері ім. І. Старова. Лідерами в оздобленні є також півники і хоста подорожникова. Ці рослини мають короткочасну декоративність (особливо півники), більшу частину сезону завдяки листкам.

Популярними є очиток видний, геліопсис багаторічний та лілійник гібридний. Якщо перший виглядає досить декоративно упродовж всієї вегетації, то два інших навіть під час цвітіння утворюють неохайні зарості сумнівної декоративності.

Однорічні квіткові рослини складають 42,5 % від площі всіх квітникових рослин. Поміж них переважають п'ять видів: сальвія блискуча, чорнобривці прямостійні та відхилені, бегонія завждиквітуча та петунія гібридна. У сумі вони складають 86,5 % від усіх однорічників (за займаною площею). Рекордсменами за ступенем

використання, як і в інших містах України та ближнього зарубіжжя, залишаються чорнобривці відхилені. Алісум скельний, пеларгонії зональна і плющеподібна займають досить значні площі, але використовуються дуже локально. Інші види виявлені тільки в квітниках, озеленених приватним чином, і в дуже обмежених кількостях.

Оцінка стану виявила високий відсоток занедбаних квітників, особливо за участю багаторічних рослин. За типами квітників найкращий стан у контейнерів – майже три чверті з них отримали оцінку «добре», в незадовільному стані всього 11,8 % (рис. 4). Серед клумб у доброму стані менше третини, майже половина об'єктів отримала оцінку «задовільно». Схожа ситуація і з рабатками. Інші типи квітників, як правило, мають не дуже добрий стан: 97 % міксбордерів, 78,1 % бордюрів і рокарій отримали оцінку «незадовільно». Пристовбурових лунок, прикрашених квітами, небагато, більшість з них в задовільному стані.

Оцінка якості квітників за об'єктами озеленення показала, що найкращий стан притаманний квітникам, розташованим на бульварах (рис. 5). Більше половини квітників мають добрий стан, тільки 1,2 % – незадовільний. Треба відмітити, що переважна більшість

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. квітників, створених на бульварах, доглядаються фахівцями КП «Міськзеленбуд». Квітники, розташовані у парках і скверах, мають найгірший стан. У доброму стані виявлено всього 5,7 % квітників, майже 40 % перебувають у незадовільному стані – часто повністю захаращені і зарослі

бур'янами. Особливо плачевно виглядає парк Гагаріна – 83,4 % квітників в незадовільному стані (рис. 6). Квітники приміагістральних територій також часто мають незадовільний стан. Ці об'єкти розташовані біля установ, магазинів і їх стан цілком залежить від догляду приватними особами (рис. 7).

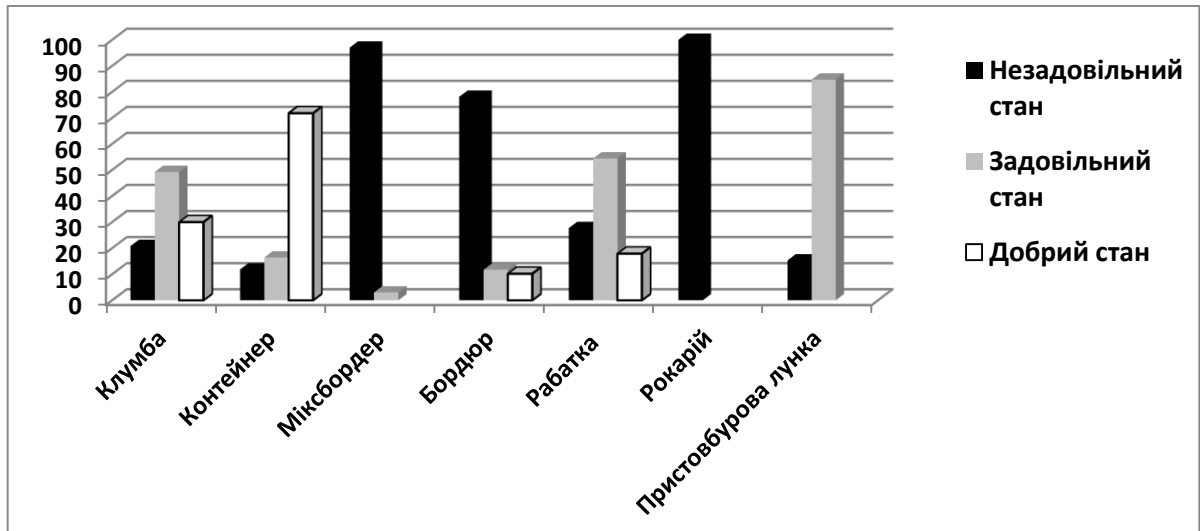


Рис. 4. Оцінка якості квітників (за типами квітників), %

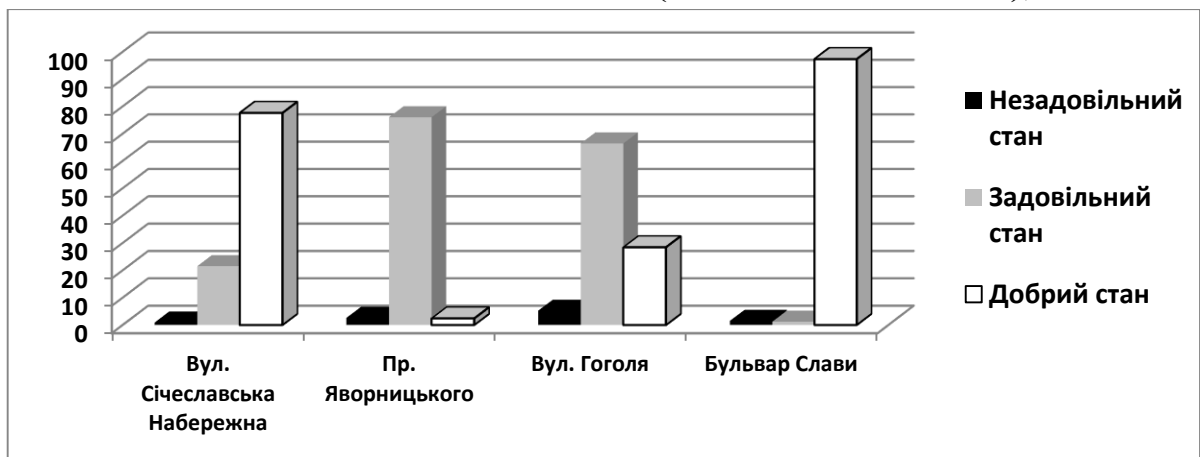


Рис. 5. Оцінка якості квітників (бульвари), %

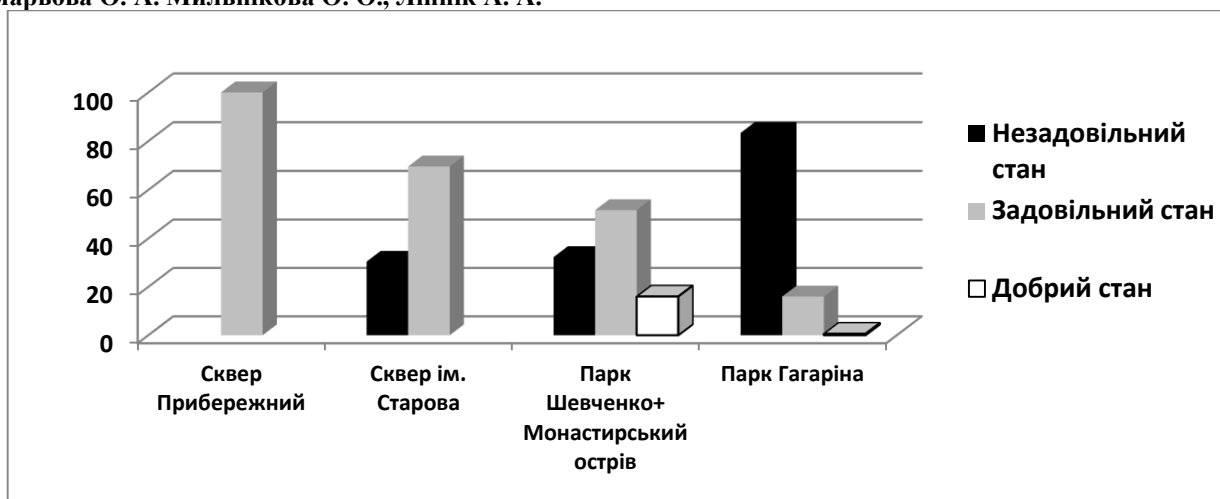


Рис. 6. Оцінка якості квітників (парки і сквери), %

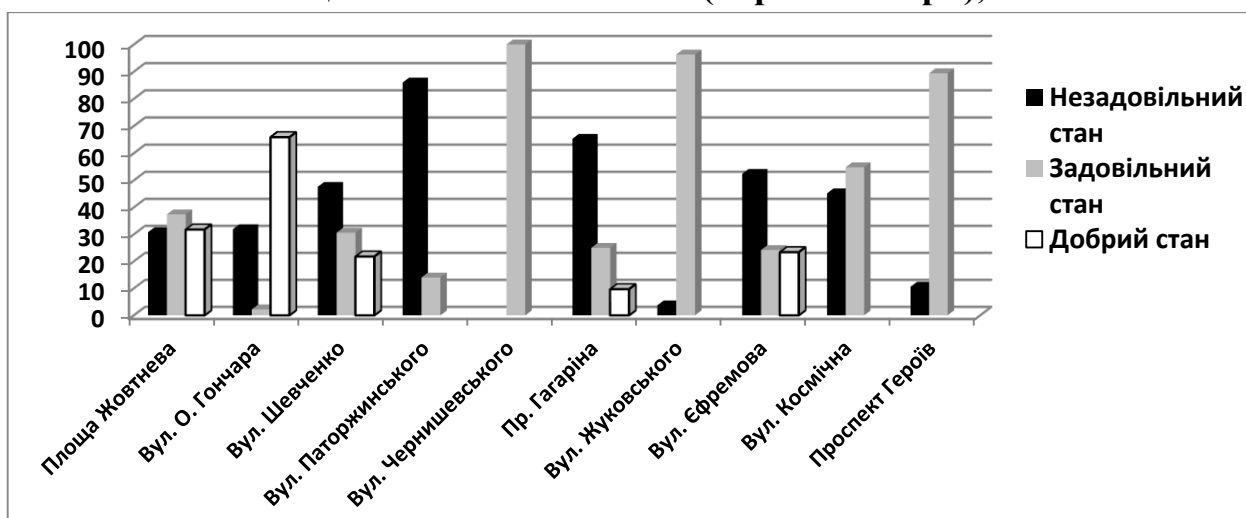


Рис. 7. Оцінка якості квітників (примагістральні насадження), %

Отже, 27,1 % всіх квітників отримали оцінку «незадовільно», 45,5 % – «задовільно» і тільки 27,4 % – «добре».

Треба відмітити високу декоративність комбінованих квітників за участю декоративних кущів та хвойних рослин. Такі квітники будуть змінюватись кожного року тільки за рахунок висадки нових однорічних рослин. Отже, зменшуються затрати часу і коштів на весняне оздоблення квітників, якщо заміна частина буде складати всього 20–30 %. Важливим чинником для

збереження декоративності є стійкість рослин в умовах урбанізованого середовища. Так, раніше встановлено, що на території м. Дніпро найбільш стійкими видами квітниково-декоративних рослин є чорнобривці прямостійні, антиринум великий, нагідки лікарські [11, с.152], а також айстра новобельгійська [13, с.123]. Для посушливих умов підійдуть агератум, лобелія, ксерантемум, лобелія [2, с.115]. У досліджених нами квітниках найкращий стан на початку осені серед однорічників мали чорнобривці прямостійні та

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. відхилені, бегонія завждиквітуча, петунія гібридна, алісум скельний. Серед багаторічників найкраще зберігали декоративність упродовж сезону різні види очитків, хоста ланцетна. На наш погляд, не бажано використовувати у квітниках, за якими не передбачений регулярний професійний догляд, такі рослини, як півники та геліопсис багаторічний.

У подальшому буде досліджено квітникове оформлення інших районів міста Дніпро, в тому числі на територіях з високим рівнем забруднення, для підбору оптимального асортименту квітів і створення вдалих композиційних рішень.

Висновки і перспективи

1. Загальна площа квітників Соборного району складає 7844,3 м². За площею переважають клумби, за чисельністю – контейнери. У невеликій кількості трапляються рокарії, бордюри, міксбортери, оздоблені квітами пристовбурові лунки.

2. Асортимент квітників представлений 15-ма видами однорічників та 33-ма видами багаторічників. Однорічні квіткові рослини займають 42,5 % від площі всіх квіткових рослин. Серед них переважають п'ять видів: сальвія блискуча, чорнобривці прямостійні та відхилені, бегонія завждиквітуча та петунія гібридна. Багаторічні рослини складають 57,5 % від

загального проективного покриття квітковими рослинами. Переважають троянди садові, півники, хости, очиток видний, геліопсис багаторічний, лілійник гібридний.

3. Оцінка якості квітників показала, що найкращий стан притаманний контейнерам, найгірший – міксбордерам і бордюрам. Клумби, рабатки й оздоблені пристовбурові лунки переважно в задовільному стані.

4. Оцінка якості за об'єктами показала, що найбільш декоративними й доглянутими є квітники, розташовані на бульварах. Квітники в парках і скверах мають найгірший стан (у доброму стані виявлено всього 5,7 % квітників). Квітnikово-декоративне оформлення на приміагістральних ділянках вулиць також часто має незадовільний вигляд. Найгірші квітники виявлені на проспекті Гагаріна та вул. Паторжинського, у парку ім. Ю. Гагаріна. Найкращі – на бульварі Слави і Січеславській Набережній (обидва бульвари після реконструкції).

5. Найвищу декоративність у дослідженому районі мають квітники з однорічників та комбіновані клумби. Бажано розширити асортимент за рахунок декоративно-листяних рослин – цинерарії приморської, колеусу гібридного, ірезине Хербста тощо.

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А.

Список використаних джерел

1. Белоусова Н., Лунина Н. Современные тенденции цветочного оформления городов Беларуси. Наука и инновации. 2016. №5 (159). С.1–3.
2. Бочкова И.Ю. Проблемы цветочного оформления в контейнерах. Лесной вестник. 1998. №4. С. 113–115.
3. Бриджуотер А, Бриджуотер Дж. Ландшафтный дизайн. Из-во: Книжный клуб «Клуб семейного досуга». Харьков, Белгород. 2010. 110 с.
4. Бурганская Т. М., Макознак Н. А., Берёзко О. М. Элементы цветочного оформления общественно значимых пространств г. Минска: ассортимент и особенности композиции. 2008. Вып. XVI. С. 331–334.
5. Герасименко О.А., Линник В.Н. Совершенствование городской инфраструктуры: создание современных цветочных композиций. Управление городом: теория и практика. 2019. №2. С. 15–20.
6. Демиденко Г.А., Бессмольная М.Я., Поломошнова Н.Ю. Анализ цветочного оформления городской среды (на примере города Улан-Удэ). Вестник КрасГАУ. 2015. №6. С. 44–48.
7. Збруева И.И., Давлятчина М.И. Анализ цветочного оформления объектов общего пользования Мотовилихинского района г. Перми. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. №33. С.122–125.
8. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу, затверджена Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24.12.2001 року. Офіційний вісник України. 2002. № 10. С. 223.
9. Ішук Л.П. Аналіз стану квітникових насаджень м. Біла Церква та шляхи його поліпшення. Агробіологія. 2012. №8. С. 78–82.
10. Кузьмина Н. М., Ардашева О. А., Федоров А. В. Особенности цветочного оформления города Ижевска. Экосистемы. 2019. №19. С. 116–122. DOI 10.32683/0536-1052-2020-736-4-72-81
11. Лихолат Ю.І., Опанасенко В.Ф. Трав'янисті квітниково-декоративні рослини в озелененні трубопрокатних підприємств. Інтродукція рослин. 2003. № 4. С. 150–153.
12. Макознак Н. А., Бурганская Т. М., Сидоренко М. В. и др. Ассортимент и состояние травянистых и древесных декоративных растений в озеленении пл. Свободы и улиц центральной части г. Лепеля. Труды БГТУ. 2009. №1. С. 273–276.
13. Приймак О.П., Пугач А.М. Вплив інгредієнтів автотранспортних викидів на стан асиміляційного апарату декоративних квітникових рослин Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. 2012. Вип. 3, т. 1. С. 118–124. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdubm_2012_3%281%29__19
14. Семенкова Е.В. К вопросу о системном подходе к цветочному оформлению города. Лесной вестник, 2015. №5. С. 23–27.
15. Сидоренко М.В., Тырина Е.М. Проблематика современных подходов к созданию пейзажных цветочных садов в современной городской среде на примере г. Минска. Труды БГТУ. 2016. №1. С. 211–216.
16. Средин А.Д., Федорова А.Ю. Анализ цветочного оформления в ландшафтном стиле города Йошкар-Олы. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. №1. С. 142–145. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10444
17. Черняк В.М., Прокопчук В.М., Монарх В.В. Аналіз асортименту і стану квітниково-декоративних насаджень м. Вінниця та шляхи його поліпшення. Сільське господарство та лісівництво. 2016. №3. С. 185–192.
18. Чипиляк Т.Ф., Мазура М.Ю., Береславська О.О., Лещенюк О.М. Квітниково-декоративне оформлення парків і скверів міста Кривий Ріг. Рекомендації щодо його поліпшення. Вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.4. С.164–169.
19. Шума О.В., Горбенко Н.Є. Класифікація квітників центральної

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А. частини міста Львова. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.11. С. 94–97.

20. M. Poje, A. Vukelic, I. Doovedan. Perception of Flower Beds in Public Green Areas. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2013. Vol. 78. No. 2. pp. 125–129.

References

1. Belousova N., Lunina N. (2016). Sovremennye tendencii cvetochnogo oformlenija gorodov Belarusi [Modern tendencies of flower decoration of the cities of Belarus]. *Science and innovation*. №5 (159). pp.1–3.

2. Bochkova I.Ju. (1998). Problemy cvetochnogo oformlenija v kontejnerah [Floral decoration problems in containers]. *Forest Bulletin*. Vol.4. pp. 113–115.

3. Bridzhuoter A, Bridzhuoter Dzh. (2010). Landshaftnyj dizajn. [Landscape design]. Iz-vo: Knizhnyj klub «Klub semejnego dosuga». Har'kov. P. 110.

4. Burganskaja T. M., Makoznak N. A., Berjozko O. M. (2008). Jelementy cvetochnogo oformlenija obshhestvenno znachimyh prostranstv g. Minska: assortiment i osobennosti kompozicii [Elements of floral decoration of socially significant spaces in Minsk: assortment and compositional features]. *Proceedings of BSTU*. Vyp. XVI. pp. 331–334.

5. Gerasimenko O.A., Linnik V.N. (2019). Sovershenstvovanie gorodskoj infrastruktury: sozdanie sovremennyh cvetochnyh kompozicij [Improvement of urban infrastructure: the creation of modern flower arrangements]. *City governance: theory and practice*. №2. pp. 15–20.

6. Demidenko G.A., Bessmol'naja M.Ja., Polomoshnova N.Ju. (2015). Analiz cvetochnogo oformlenija gorodskoj sredy (na primere goroda Ulan-Udje). [The analysis of the urban environment floral design (on the example of ulan-ude)]. *KrasGAU Bulletin*. №6. pp. 44–48.

7. Zbrueva I.I., Davljatchina M.I. (2012). Analiz cvetochnogo oformlenija ob'ektov obshhego pol'zovanija Motovilihinskogo rajona g. Permi [Analysis of the floral decoration of public facilities in the Motovilikhinsky district of the city of Perm]. *Actual problems of the forestry complex*. №33. pp.122–125.

8. Instrukcija z tehnicnoi inventarizacii zelenih nasadzen' u mistah i selishhah mis'kogo tipu, zatverdzhena Nakazom Derzhavnogo komitetu budivnictva, arhitekturi ta zhitlovoi politiki Ukraini vid 24.12.2001 (2002). [Instruction on technical inventory of green areas in cities and towns]. *Official Gazette of Ukraine*. № 10. P. 223.

9. Ishhuk L.P. (2012). Analiz stanu kvitnikovih nasadzen' m. Bila Cerkva ta shljahi jogo polipshennja [Analysis of floral plantation state in Bila tserkva and methods of their improvement]. *Agrobiology*. №8. pp. 78–82.

10. Kuz'mina N. M., Ardasheva O. A., Fedorov A. V. (2019). Osobennosti cvetochnogo oformlenija goroda Izhevsk [Features of floral design of the city in Izhevsk]. *Ekosistemy*. 2019. №19. pp. 116–122.

11. Liholat Ju.I., Opanasenko V.F. (2003). Trav'janisti kvitnikovo-dekorativni roslini v ozelenenni truboprokatnih pidpriemstv [Herbaceous ornamental plants in gardening of rolled metal enterprises]. *Plant introduction*. № 4. pp. 150–153.

12. Makoznak N. A., Burganskaja T. M., Sidorenko M. V. i dr. (2009). Assortiment i sostojanie travjanistyh i drevesnyh dekorativnyh rastenij v ozelenenii pl. Svobody i ulic central'noj chasti g. Lepelja [Assortment and condition of herbaceous and woody ornamental plants in landscaping pl. Freedom and streets of the central part of Lepel]. *Proceedings of BSTU*. №1. pp. 273–276.

13. Prijmak O.P., Pugach A.M. (2012). Vpliv ingredientiv avtotransportnih vikidiv na stan asimiljacionogo aparatu dekorativnih kvitnikovih roslin [Effect of motor vehicle emission on assimilative apparatus of decorative ornamental plants]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Medicine*. Vol. 3, T. 1. pp. 118–124.

14. Semenkov E.V. (2015). K voprosu o sistemnom podhode k cvetochnomu oformleniju goroda [Flower arrangement of large cities as a complex and multilevel task]. *Forest bulletin*. №5. pp. 23–27.

15. Sidorenko M.V., Tyrina E.M. (2016). Problematika sovremennyh podhodov k sozdaniju pejzazhnyh cvetochnyh sadov v

Пономарьова О. А. Мильникова О. О., Линник А. А. *sovremennoj gorodskoj srede na primere g. Minska* [The problems of modern approaches to the creation of the landscape flower gardens in the modern urban space (Minsk)]. Proceedings of BSTU. №1. pp. 211–216.

16. Sredin A.D., Fedorova A.Ju. (2019). Analiz cvetochnogo oformlenija v landshaftnom stile goroda Joshkar-Oly [Analysis of flower design in landscape style of Yoshkar-Ola city]. International Journal of Humanities and Natural Sciences. Vol. 1. pp. 142–145.

17. Chernjak V.M., Prokopchuk V.M., Monarh V.V. (2016). Analiz assortimentu i stanu kvitnikovo-dekorativnih nasadzen' m. Vinnicja ta shljahi jogo polipshennja [Analysis of assortment and condition of flower decorative plantations in Vinnytsa and the ways of their improve]. Agriculture and forestry. Vol.3. pp. 185–192.

18. Chipiljak T.F., Mazura M.Ju., Bereslavs'ka O.O., Leshhenjuk O.M. (2014). Kvitnikovo-dekorativne oformlennja parkiv i skveriv mista Krivij Rig. Rekomendacii shhodo jogo polipshennja [Flower Design of Parks and Squares in Krivoy Rog: Status, Problems and Recommendations for Improvement]. Bulletin of NLTU of Ukraine. Vol. 24.4. pp.164–169.

19. Shuma O.V., Gorbenko N.E. (2014). Klasifikacija kvitnikiv central'noi chastini mista L'vova [Classification of Flower Beds of the Central Part of L'viv]. Bulletin of NLTU of Ukraine. Vol. 24.11. pp. 94–97.

20. M. Poje, A. Vukelic, I. Doovedan. Perception of Flower Beds in Public Green Areas. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2013. Vol. 78. No. 2. pp. 125–129.

АССОРТИМЕНТ И СОСТОЯНИЕ ЦВЕТОЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОБОРНОГО РАЙОНА г. ДНЕПР

Пономарёва Е.А., Мыльникова О.А., Линник А.А.

Аннотация. *Исследовано состояние и ассортимент цветочных насаждений Соборного района города Днепр. Выявлено 513 цветников на территории 18-ти объектов (10 улиц, 4 бульвара и 4 парковых зоны). В ходе исследования выявлено 151 клумбу, 21 рабатку, 322 контейнера, 5 миксбордеров, 7 бордюров, 1 рокарий, 6 приствольных лунок, украшенных цветами. Общая площадь цветников составляет 7844,3 м², из них почти 80 % приходится на клумбы, около 10 % – на рабатки, остальные типы цветников составляют незначительную часть. Ассортимент цветочных растений представлен 15-ю видами однолетников и 33-ю видами многолетников. Лидерами по частоте использования в цветниках среди однолетников можно назвать сальвию блестящую, бархатцы прямостоячие и отклоненные, петунию гибридную, бегонию вечноцветущую. Среди многолетних цветочных растения преобладают роза садовая, ирисы, очитки, хосты, гелиопсис многолетний.*

Анализ состояния цветников показал, что лучше всего выглядят объекты озеленения, расположенные на бульварах. Среди них более половины имеют хорошее состояние, остальные – удовлетворительное. Цветники, расположенные в парках и скверах, имеют плохое состояние. В хорошем состоянии выявлено всего 5,7 % цветников – преимущественно на территории парка им. Т.Г. Шевченко. Почти 40 % цветников находятся в неудовлетворительном состоянии, часто полностью заросшие сорняками. Цветники, расположенные на примагистральных территориях, также в

Пономарьова О. А. Мильнікова О. О., Ліннік А. А.

большинстве имеют неудовлетворительное состояние из-за отсутствия регулярного профессионального ухода.

В исследованных нами цветниках лучшее состояние к концу сезона сохраняют среди однолетников бархатцы, бегония вечноцветущая, петуния гибридная, алиссум скальный. Среди многолетников наиболее декоративными в течение сезона оставались различные виды очитков, хоста ланцетная. Нежелательно использовать растения, которые быстро теряют декоративность: ирисы, гелиопсис многолетний, василек подбеленный. Лучшие всего выглядят комбинированные цветники с привлечением однолетних и многолетних цветочных растений, а также декоративных кустарников.

Ключевые слова: типы цветников, ассортимент цветочных растений, состояние цветников, многолетние и однолетние растения

ASSORTMENT AND CONDITION OF FLOWER BEDS AT THE SOBORNIY DISTRICT OF DNIPRO CITY

Ponomaryova O.A., Mylnikova O.A., Linnik A.A.

Abstract. *The assortment and condition of flower beds at the Soborniy district of Dnipro city were researched. 513 flower beds were identified on the territory of 18 objects (10 streets, 4 boulevards and 4 park zones). 151 flower beds, 21 ridges, 322 containers, 5 mixborders, 7 borders, 1 rockery, 6 near-barrel tree circle decorated with flowers were identified. The total area of flower beds is 7844.3 m², of which almost 80 % falls on flower beds, about 10 % - on ridges, other types of flower beds make up an insignificant part. The assortment of flowering plants is represented by 15 species of annuals and 33 species of perennials. The leaders in the frequency of use in flower beds among annuals can be called brilliant salvia, marigolds erect and rejected, hybrid petunia, ever-flowering begonia. Garden roses, irises, stonecrops, hosts, perennial heliopsis prevail among perennial flowers.*

Analysis of the flower beds condition showed that landscaping objects located on boulevards look best. More than half of them are in good condition, the rest are in satisfactory condition. Flower gardens located in parks and squares are in poor condition. Only 5,7 % of flower beds were found in good condition - mainly on the territory of Shevchenko Park. Almost 40 % of flower beds are in poor condition, often completely overgrown with weeds. The flower beds located in the highways are also in most unsatisfactory condition due to the lack of regular professional care. Marigolds, ever-flowering begonia, hybrid petunia, rock alyssum retain the best condition among annuals by the end of the season. The most decorative during the season among perennials remained various types of sedum and hosta lancifolia. It is undesirable to use plants that quickly lose their decorative effect: irises, perennial heliopsis, whitewashed cornflower. Combined flower beds look best with the involvement of annual and perennial flowering plants, as well as ornamental shrubs.

Key words: types of flower beds, assortment of flower plants, condition of flower beds, perennial and annual plants

УДК: 004:502.15(1-21)

**ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІоТ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО
МОНІТОРИНГУ МІСТА****О. М. БАГАЦЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<http://orcid.org/0000-0003-3040-7859>

E-mail: bagackaya_oksana@ukr.net

Н. А. ПАСІЧНИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<http://orcid.org/0000-0002-2120-1552>

E-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua

О. О. ОПРИШКО, кандидат технічних наук, доцент,<http://orcid.org/0000-0001-6433-3566>

E-mail: ozon.kiev@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.014>

Анотація. *Технології IoT у концепції Big Data можуть докорінно змінити підходи в аграрних практиках, проте потрібно відпрацювати методики обробки та інтерпретації інформації, що може бути дієвим у практиці рослинництва. Оскільки габарити рослин замалі для супутникової зйомки, відпрацювання технологій можна робити на деревах, габарити яких достатні для їх ідентифікації на супутникових знімках. Мета роботи – ідентифікація та оцінка стану рослинних насаджень, зокрема, дерев із визначенням їх позиціонування на супутникових знімках мегаполісів. Для досліджень використовувались цифрові фотознімки створені оптичним та ІЧ об'єктивами Оболонського району м. Києва. Було встановлено, що в оптичному діапазоні для об'єктів під прямим сонячним опроміненням ідентифікація рослин можлива, у той час як затінені ділянки ідентифікуються із значними похибками. Під час використання індексу для ІЧ зйомки $IRtree = C1 - C2 + 100$ вдалося виділити певні діапазони, що належать саме кроні дерев та траві за прямого сонячного опромінення і певною мірою в тіні, чого не вдалось досягнути з індексом для оптичного діапазону $GBtree = G - B + 100$. Монохромні інфрачервоні та оптичні знімки виявились не придатними для ідентифікації рослин, оскільки у разі перебуванні об'єктів у тіні від споруд діапазони інтенсивності складових кольору рослин накладались на діапазони сторонніх об'єктів. Для інфрачервоних та оптичних супутникових знімків було запропоновано спектральні індекси, що враховують кілька складових кольору для оцінки стану рослинних насаджень. Для крон дерев під прямим сонячним освітленням для запропонованих індексів було отримано приблизно однакові результати. Проте індекси, запропоновані для інфрачервоної зйомки, мають більшу вибірковість, оскільки для них вдалось ідентифікувати окремо крони дерев та рослини на газонах, як за прямого сонячного освітлення, так і в тіні від споруд.*

Ключові слова: індекси, супутниковий моніторинг, IoT, біогаз

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.

Актуальність. Одним із найбільш об'єктивних індикаторів екологічного стану міст є стан багаторічних насаджень, Steve M. Raciti et al (2014) [1], моніторинг яких дозволяє не лише оцінювати стан екології, а й інтерпретувати причини стресів. В оглядовій роботі Jesús Martín Talavera et al (2017) [2] зазначено, що принциповою перевагою концепції IoT щодо екологічних застосувань є рішення, як класичних завдань з моніторингу і контролю, так й інноваційних підходів для прогнозування та оптимізації логістики. Питання логістики щодо утилізації твердих побутових відходів у вигляді целюлози є вкрай актуальними для мегаполісів. У роботі Jonathan T.E. Lee et al (2018) [3] показана доцільність переробки листя та гілля дерев саме на біогаз для зменшення викидів вуглецю за отримання енергії. У статті Huanhuan Tong et al (2018) [4] показано, що для мегаполісів отримання екологічно чистої енергії з целюлози є оптимальним, а також представлені технології, оптимізовані саме для міст.

Останні досягнення бездротових сенсорних мереж дозволили інтегрувати й застосовувати цю технологію в життєво важливих екологічних програмах. Актуальність проблеми призвела до впровадження новітніх біосенсорів, що мають свою

специфіку комунікації, V. Golub et al (2019) [5]. Поєднання різномірних даних від великої номенклатури сенсорного обладнання із різними протоколами комунікації та різними форматами збереження даних є складною задачею, для системного рішення якої пропонуються нові стандарти, такі як Open Geospatial Consortium, орієнтовані, передусім, на хмарні технології Jacob Nøxbroe Jeppesen et al (2018) [6]. Використання нейронних мереж та систем нечіткої логіки для управління інформаційними потоками показано в роботі V. Lysenko et al (2016) [7]. До позитивних прикладів реалізації хмарних технологій можна віднести рішення під назвою AgriPrediction, що об'єднує систему з коротким і середнім діапазонами бездротової мережі, з механізмом для завчасного прогнозування «потенційних порушень врожаю». За результатами досліджень, наведеними в Uélison Jean L. dos Santos et al (2019) [8] застосування продукту AgriPrediction дозволило збільшити вихід готової продукції більш як на 14 %.

Широке поширення бездротових мереж та їх застосування обумовлюють потребу в пропускну здатності й енергоресурсах, що притаманне для фенотипування рослинних насаджень Fadi Al-Turjman (2019) [9]. Аналогічні проблеми вирішували N. Kiktev et al (2018) [10] із використанням відеоспостереження на прикладі

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О. мобільного конвеєра. В роботі Fan Ouyang et all (2019) [11] показано технологію розгортання тимчасової мережі для аграрних потреб на базі БПЛА для WSN, проте їх адаптація для умов мегаполісу потребує додаткового вивчення. В роботі Đoko Bandur et all (2019) [12] показано необхідність впровадження циклічності використання Wireless Sensor Networks, пов'язаної насамперед із складнощами енергозабезпечення цих пристроїв. Дані спектрального моніторингу росту листків рослин є перспективними для IoT, проте такі наземні рішення найбільш залежать від енергозабезпечення і завантаженості інформаційних каналів, Min-Sheng Liao et all (2017) [13]. Технології IoT у концепції Big Data можуть докорінно змінити підходи у аграрних практиках, проте потрібно відпрацювати методики обробки та інтерпретації інформації, що може бути дієвим у практиці рослинництва. Оскільки габарити рослин замалі для супутникової зйомки, відпрацювання технологій можна роботи на деревах, габарити яких достатні для їх ідентифікації на супутникових знімках. Тому ідентифікація та оцінка стану рослинних насаджень, зокрема дерев із визначенням їх позиціонування на супутникових знімках мегаполісів і склало мету нашої роботи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дистанційний

моніторинг великої території можна здійснювати за допомогою атмосферних апаратів, насамперед БПЛА, а також супутників. БПЛА здатні давати зображення із високою здатністю розрізнення знімків, проте є правові питання щодо їх використання в мегаполісах. Супутникові знімки із низькою розподільчою здатністю (від 10 м/піксель) можливо отримати безкоштовно від різноманітних сервісів таких як USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Більш деталізовані знімки із розподільчою здатністю в 0,5 м/піксель можливо окремо замовити і в національних операторів (вартість біля 11 Євро/км²), проте для оцінки динаміки змін дерев можливо використовувати і наявні архівні дані вартість яких значно менша. Тобто економічно дані супутникового моніторингу є доступними.

Розпізнавання рослинних насаджень можливо здійснювати як в оптичному так і в інфрачервоному діапазоні спектру. Методику ідентифікації щодо зернових по монохромним фотознімках окремих спектральних каналах було показано в роботі V. Lysenko et all (2017) [14], проте на знімку окрім рослинних насаджень в місті буді і багато інших різних об'єктів, відповідно придатність методики потрібно дослідити. Спектральні портери місцевості було використано в роботі S. Shvorov et all (2018) [15] де було

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О. показано необхідність врахування впливу тіні на спектральні показники об'єктів, що необхідно враховувати для супутникових знімків оскільки на відміну від поля в місті завжди буде тінь від споруд.

Для ідентифікації рослин в оптичному діапазоні в роботі Jesper Svensgaard et all (2019) [16] було показано спеціальний індекс $MNVI = 2G - 2B - 2,4R$. Якщо $MNVI > 0$ піксель вважали рослиною, в іншому випадку – ґрунтом. Проте запропонований індекс розроблявся для пшениці, тому потрібно перевірити його щодо дерев

та газонів міста. В роботі Hengbiao Zheng et all (2020) [17] щодо ідентифікації рослинних насаджень було визначено, що мінімально можливий та бажаний розмір еталону для візуальної ідентифікації об'єктів у оптичному діапазоні складав 13×13 та 23×23 пікселів відповідно.

Матеріали і методи досліджень. Для моніторингу стану дерев у мегаполісі використовувались цифрові фотознімки створені оптичним та ІЧ об'єктивами Оболонського району м. Києва від 11 вересня 2018 (рис. 1).



Рис. 1. Супутникові фотознімки Оболонського району м. Києва, зроблені оптичним та ІЧ об'єктивами

Вибір дослідних ділянок здійснювали засобами Microsoft Picture Manager одночасно на обох знімках за методикою запропонованою в роботі M. Dolia et

all (2019) [18]. Розглядалися ділянки, візуально визначені як крона дерев на сонці та в тіні, газон на сонці та в тіні, асфальтований паркінг та дах будівлі. Розміри ділянок: мінімальна сторона

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.
ділянки становила від 16 пікселів. Окремо розглядали квартал забудови, що розташований між вулицями Petra Pancha str., Polyarna str., Simi Kolzenkiv str., Petra kalnyshevskoho str. Для наочності у відображенні визначених візуально дослідних зразків та кварталу забудови вводились додаткові коефіцієнти для отримання єдиного порядку величин. Обробка даних здійснювалась засобами MathCad.

Отримані результати та обговорення. Оптичний діапазон спектру. На рисунку 2 представлено залежність складових кольору для

дослідних об'єктів в оптичному діапазоні.

Для листя розглянутих дерев залежність кількості пікселів від величини інтенсивності складової кольору за RGB каналами відповідають таким діапазнам – 70..120, 80-120, 60-110, відповідно, за використання індекс $MNVI = 2G - 2B - 2.4R$ усі пікселі будуть розпізнані як такі, що не відповідають рослині. Ймовірним поясненням цього є особливості забарвлення молодих рослин пшениці й листя дерев на початку вересня.

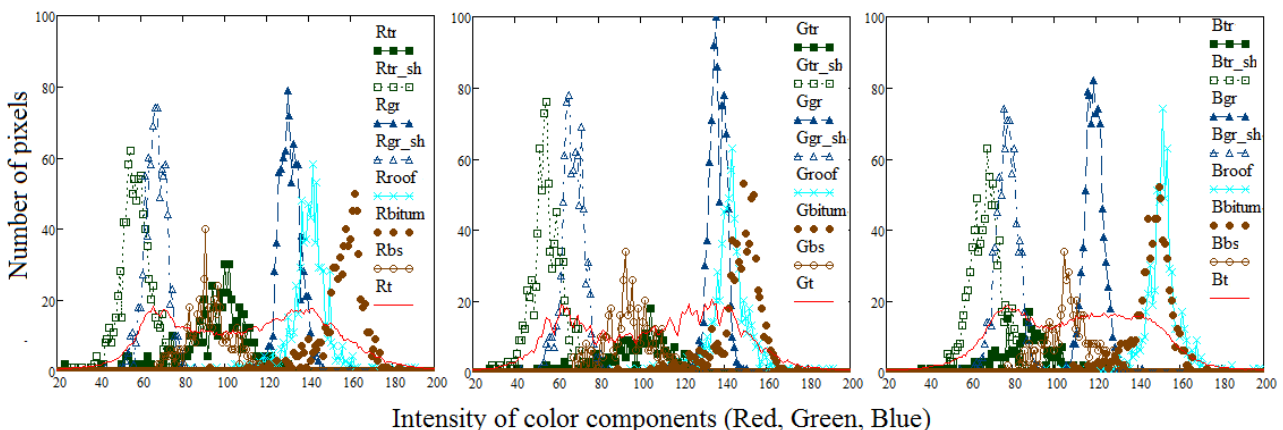


Рис. 2. Залежність для дослідних ділянок кількості пікселів від інтенсивності складової кольору: де tr - tree, tr_sh - tree in the shade, gr - grass, gr_sh - grass in the shade, roof - roof, bitum – asphalt, bs- asphalt in the shade, t - whole neighborhood

Використати фільтрацію за окремими монохромними каналами для ідентифікації рослин виявилось неефективним, оскільки для куполу дерев не вдалось виявити діапазон серед наявних каналів, притаманний саме ним. Можливим рішенням ідентифікації рослинних насаджень є

попіксельна фільтрація, коли для пікселя враховуються кілька складових кольору, за принципом, закладеним в індекси типу MNVI. На рисунку 3 наведені результати ідентифікації за використання запропонованого авторами індексу GBtree (1)

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.

$$GBtree = G - B + 100 \quad (1)$$

де: G та B – зелена та синя складові кольору для адитивної моделі кольороутворення.

Збільшення величини індексу на 100 одиниць було здійснено, щоб

отримати позитивні величини для рослинних об'єктів, що перебувають в тіні, оскільки на супутникових знімках оптичного діапазону тінь від споруд є неодмінною складовою.

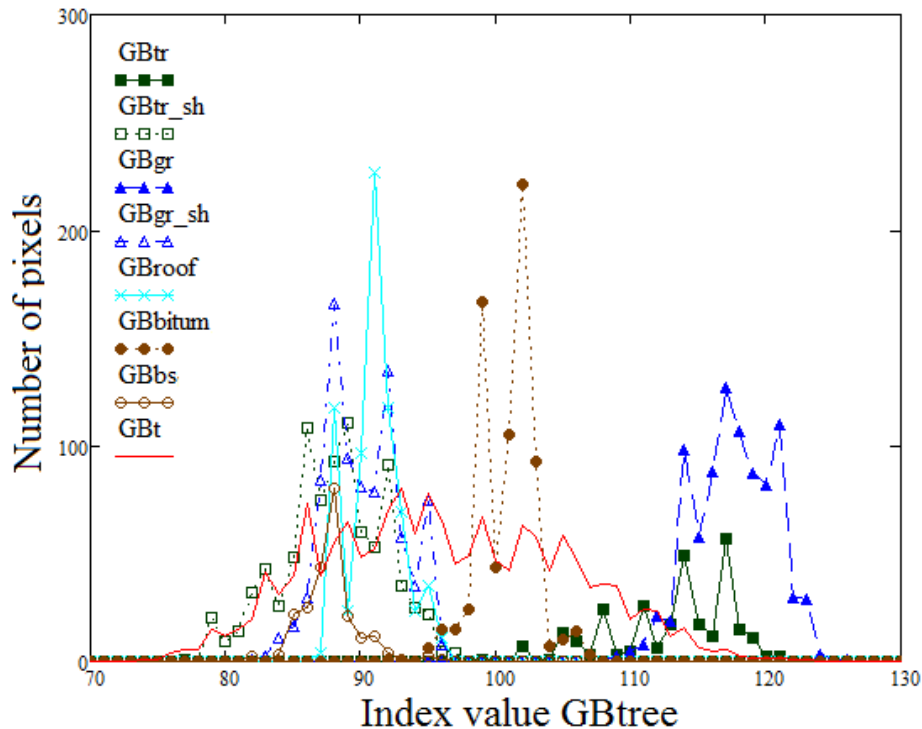


Рис. 3. Графік розподілу кількості пікселів для дослідних об'єктів для індексу GBtree, найменування ділянок аналогічно із рис. 2.

Виходячи з отриманих результатів, при перебуванні під прямим сонячним промінням деревам відповідає діапазон 104..122, газонам – 108..124, без накладання сторонніх об'єктів. У випадку затінених ділянок відбулось накладання діапазонів для дерев, газонів та тротуарів. Зважаючи на це ідентифікація рослинних насаджень на супутникових знімках в оптичному діапазоні для запропонованого індексу GBtree матиме суттєву похибку стосовно ділянок, що перебувають у тіні від будинків.

Зйомка з інфрачервоним об'єктивом. Там само як і в оптичному діапазоні, ІЧ знімок складається з даних трьох окремих каналів, що відповідають різним діапазнам спектру або їх комбінації. Оскільки для отримання зображення використовувались ІЧ спектри, для адитивної моделі кольороутворення канали позначали як C1, C2 та C3, подібно до RGB. Результати моніторингу в ІЧ спектрі наведені на рисунку 4.

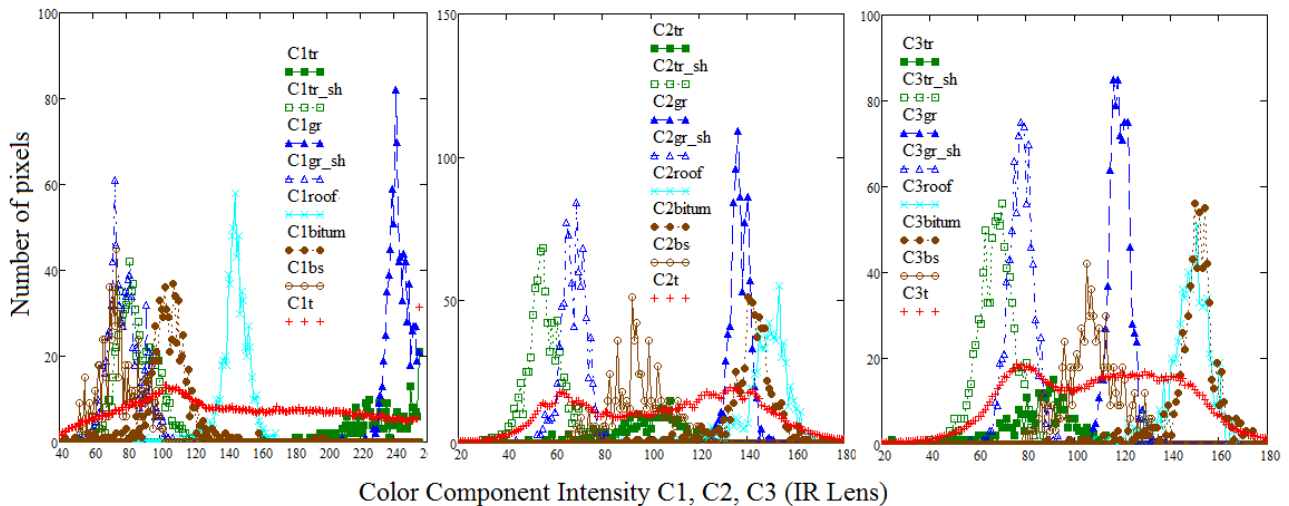


Рис. 4. Залежність для дослідних ділянок кількості пікселів від інтенсивності складової кольору за інфрачервоної зйомки, найменування ділянок аналогічно із рис. 2.

Згідно отриманих результатів, за ІЧ супутникової зйомки вибіркова ідентифікація рослинних насаджень можлива й за окремими каналами, так за першим каналом можна виділити копули дерев та траву, а за другим ідентифікувати ці об'єкти в тіні. Оскільки жоден з наявних каналів не виявився універсальним щодо ідентифікації рослин, як і для оптичного діапазону, перевірили можливість використання для інфрачервоних знімків попіксельної фільтрації по 2-х каналах. Відмінність інфрачервоних знімків від знімків видимого діапазону полягає в тому, що в кожному вимірювальному каналі замість певного спектрального діапазону (R, G, B) є різні варіанти суми двох спектрів, а саме червоного та інфрачервоного. Згідно наявних

даних в досліді попередників не перевірялось можливість ідентифікації рослин в інфрачервоних знімках з адитивною моделлю кольороутворення. Завдяки доступності таких знімків від не спеціалізованих супутників дистанційного зондування доцільно розглянути таку можливість.

Пропонуємо застосовувати індекс для ідентифікації рослин за інфрачервоної зйомки (2).

$$IR_{tree} = C1 - C2 + 100 \quad (2)$$

де: C1 та C2 – 1 та 2 канали в адитивній моделі кольороутворення, які в оптичному діапазоні відповідають за R та G складові кольору.

Результати ідентифікації за використання інфрачервоної зйомки представлено на рисунку 5.

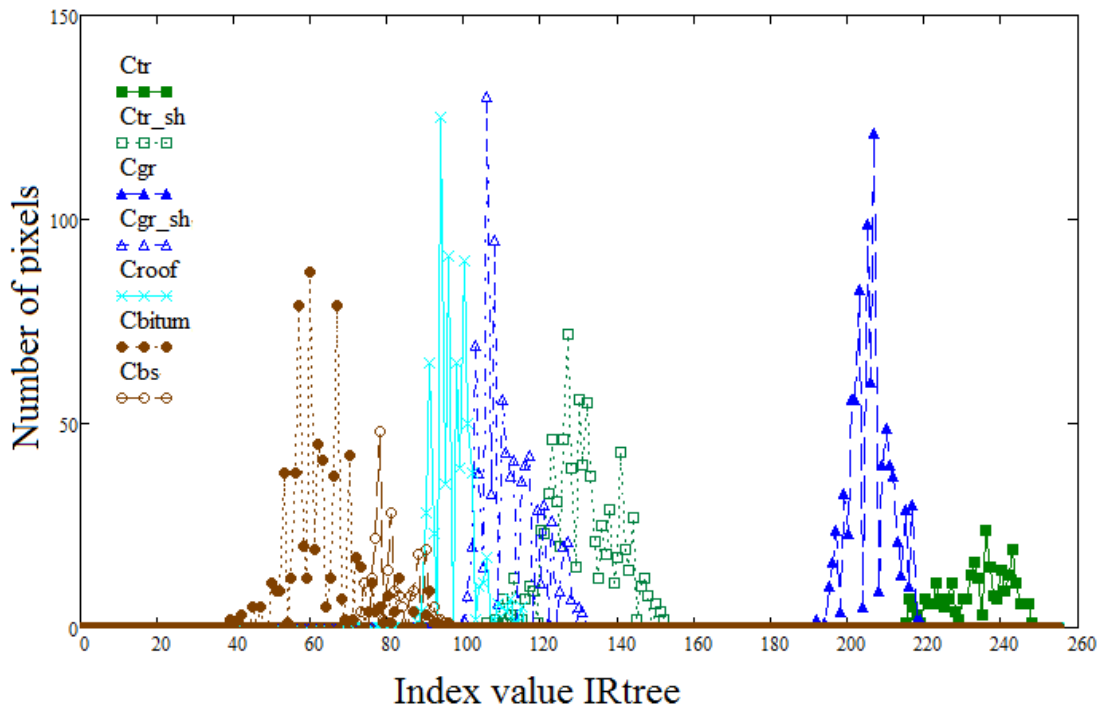


Рис. 5. Графік розподілу кількості пікселів для дослідних об'єктів у IR зйомці для індексу IRtree, найменування ділянок аналогічно із рис. 2.

Під час використання індексу IRtree вдалося виділити окремі діапазони, що належать саме кроні дерев та траві за прямого сонячного опромінення і певною мірою в тіні, чого не вдалось досягнути з індексом GBtree. Результати, отримані при обчисленні площі листової поверхні дерев для дослідного кварталу міста, за прямого освітлення становили для індексів IRtree – 13,1 % та GBtree – 13,8 %, з урахуванням дерев у тіні – 20,5 % та 68 %. На нашу думку, така різниця в показниках для затінених ділянок для оптичного діапазону пояснюється фіксацією, поряд із кронами дерев і газонів, асфальтового покриття. Отже, інфрачервоні супутникові знімки показали більшу вибірковість, яка є важливою для оцінки стану насаджень.

Висновки і перспективи:

Монохромні інфрачервоні та оптичні знімки виявилися не придатними для ідентифікації рослин, оскільки під час перебування об'єктів у тіні від споруд діапазони інтенсивності складових кольору рослин накладались на діапазони сторонніх об'єктів. Для інфрачервоних та оптичних супутникових знімків було запропоновано спектральні індекси, що враховують кілька складових кольору для оцінки стану рослинних насаджень. Доведено, що підходить щодо попіксельної ідентифікації рослин для видимого діапазону придатні і для інфрачервоних знімків в адитивній моделі кольороутворення. Для крон дерев під прямим сонячним освітленням для

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.

запропонованих індексів було отримано приблизно однакові результати. Проте індекси, запропоновані для інфрачервоної зйомки, мають більшу вибірковість, оскільки для них вдалось ідентифікувати окремо крони дерев та рослин на газонах, як при прямому сонячному освітленні, так і в тіні від споруд.

Можливість ідентифікації площі куполу дерев на ділянках за наявності позиціонування дозволить відстежувати динаміку змін їх стану і за аналізу карт виявляти можливі джерела стресу (біологічного, технологічного тощо). Наявність таких карт стресового стану рослин дозволить за використання технологій машинного навчання чи дата сайнс інжиниринг відпрацювати методики ідентифікації характеру стресу, які з використанням БПЛА

можуть застосовуватись для агрохімічних потреб.

Підтвердження та подяка.

Попередні результати дослідження було викладено у вигляді тез «Technologies for environmental monitoring of the city» на міжнародній науковій конференції 2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2021 – Proceedings, 2021, стр. 40–43, (DOI:

10.1109/CADSM52681.2021.9385213).
Автори висловлюють свою вдячність фахівцям кафедри автоматики та робото-технічних систем Шворову С. А., Комарчуку Д. С., Решетюку В. М., за надану підтримку та обладнання для обробки супутникових фотознімків високої роздільної здатності.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.015>.

3. Jonathan T.E. Lee (2018) Environmental impact comparison of four options to treat the cellulosic fraction of municipal solid waste (CF-MSW) in green megacities / Jonathan T.E. Lee, Alvin Wei Liang Ee, Yen Wah Tong // Waste Management, Vol. 78, pp. 677-685 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.043>.

4. Huanhuan Tong (2018) Harvest green energy through energy recovery from waste: A technology review and an assessment of Singapore / Huanhuan Tong, Zhiyi Yao, Jun Wei Lim, Liwei Mao, Jingxin Zhang, Tian Shu Ge, Ying Hong Peng, Chi-Hwa Wang, Yen Wah Tong // Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 98, pp. 163-178 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.009>.

References

1. Steve M. Raciti (2014) Mapping carbon storage in urban trees with multi-source remote sensing data: Relationships between biomass, land use, and demographics in Boston neighborhoods / Steve M. Raciti, Lucy R. Hutyra, Jared D. Newell // Science of The Total Environment, Vol. 500–5011, pp. 72-83 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.070>.

2. Jesús Martín Talavera (2017) Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields / Jesús Martín Talavera, Luis Eduardo Tobón, Jairo Alejandro Gómez, María Alejandra Culman, Juan Manuel Aranda, Diana Teresa Parra, Luis Alfredo Quiroz, Adolfo Hoyos, Luis Ernesto Garreta // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 142 (A), pp. 283-297,

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.

5. B. Golub (2019) Production of Biotechnological Objects using Business Intelligence / B. Golub, A. Hudz, A. Dudnyk, A. Bushma // 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2019 – Proceedings, pp. 200-204, <https://doi.org/10.1109/ACITTT.2019.8780061>.

6. Jacob Høxbroe Jeppesen (2018) Open geospatial infrastructure for data management and analytics in interdisciplinary research / Jacob Høxbroe Jeppesen, Emad Ebeid, Rune Hylsberg Jacobsen, Thomas Skjødeberg Toftegaard // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 145, pp. 130–141, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.12.026>.

7. V. Lysenko (2016) Automation of biotechnological objects / V. Lysenko, A. Dudnyk // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016, pp. 44-46, <https://doi.org/10.1109/TCSET.2016.7451963>.

8. N. Kiktev (2018) Infocommunication Technology for Determination of Coal Ash-Content on the Conveyor Line / N. Kiktev, N. Chichikalo, H. Rozorinov, R. Filippov, D. Khort // 2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 – Proceedings, pp. 535-538, <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632108>.

9. Uélison Jean L. dos Santos (2019) AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops / Uélison Jean L. dos Santos, Gustavo Pessin, Cristiano André da Costa, Rodrigo da Rosa Righi // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 161, pp. 202–213, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.010>.

10. Fadi Al-Turjman (2019) The road towards plant phenotyping via WSNs: An overview / Fadi Al-Turjman // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 161, pp. 4–13, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.018>.

11. Nikolay Kiktev (2018) Infocommunication Technology for Determination of Coal Ash-Content on the

Conveyor Line / Nikolay Kiktev, Nina Chichikalo, Heorhiy Rozorinov, Rostislav Filippov, Dmitry Khor // 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), pp. 535 – 538, <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632108>.

12. Fan Ouyang (2019) Automatic delivery and recovery system of Wireless Sensor Networks (WSN) nodes based on UAV for agricultural applications / Fan Ouyang, Hui Cheng, Yubin Lan, Yali Zhang, Xuanchun Yin, Jie Hu, Xiaodong Peng, Guobin Wang, Shengde Chen // Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 162, pp. 31–43, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.03.025>.

13. Đoko Bandur (2019) An analysis of energy efficiency in Wireless Sensor Networks (WSNs) applied in smart agriculture / Đoko Bandur, Branimir Jakšić, Miloš Bandur, Srđan Jović // Computers and Electronics in Agriculture, Vol.156, pp. 500–507, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.016>.

14. Min-Sheng Liao (2017) On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT-based monitoring system / Min-Sheng Liao, Shih-Fang Chen, Cheng-Ying Chou, Hsun-Yi Chen, Shih-Hao Yeh, Yu-Chi Chang, Joe-Air Jiang // Computers and Electronics in Agriculture Vol.136, pp. 125–139, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2017.03.003>.

15. V. Lysenko (2017) Determination of the not uniformity of illumination in process monitoring of wheat crops by UAVs / V. Lysenko, D. Komarchuk, O. Opryshko, N. Pasichnyk, N. Zaets // 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2017. – Proceedings., pp. 265-267. <http://dx.doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246394>.

16. S. Shvorov (2018) UAV Navigation and Management System Based on the Spectral Portrait of Terrain / S. Shvorov, D. Komarchuk, N. Pasichnyk, O. Opryshko, Y. Gunchenko, S. Kuznichenko // 2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), – Proceedings., pp. 68-71

Багацька О. М., Пасічник Н. А., Опришко О. О.

<http://dx.doi.org/10.1109/MSNMC.2018.8576304>.

17. Jesper Svensgaard (2019) Can reproducible comparisons of cereal genotypes be generated in field experiments based on UAV imagery using RGB cameras? / Jesper Svensgaard, Signe Marie Jensen, Jesper Cairo Westergaard, Jon Nielsen, Svend Christensen, Jesper Rasmussen European Journal of Agronomy, Vol.106, pp. 49-57, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.03.006>.

18. Hengbiao Zheng (2020) Early season detection of rice plants using RGB, NIR-G-B and multispectral images from unmanned aerial vehicle (UAV) / Hengbiao Zheng, Xiang Zhou,

Jiaoyang He, Xia Yao, Tao Cheng, Yan Zhu, Weixing Cao, Yongchao Tian Computers and Electronics in Agriculture, Vol.169, 105223, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105223>.

19. M. Dolia (2019) Information Technology for Remote Evaluation of after Effects of Residues of Herbicides on Winter Crop Rape / M. Dolia, V. Lysenko, N. Pasichnyk, O. Opryshko, D. Komarchuk, V. Miroshnyk, T. Lendiel, A. Martsyfei // 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT 2019 – Proceedings pp. 469-473.

<https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847850>.

TECHNOLOGIES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE CITY

O. M. Bahatska, N. A. Pasichnyk, O. O. Opryshko

Abstract. *IoT technologies in the Big Data concept can radically change approaches in agricultural practices, but it is necessary to work out methods of processing and interpreting information that can be effective in crop practice. Since the dimensions of plants are too small for satellite imagery, the development of technologies can be done on trees whose dimensions are sufficient for their identification in satellite imagery. The purpose of the work is to identify and assess the condition of plantations, in particular trees, with the determination of their positioning on satellite images of megacities. Digital photographs created by optical and infrared lenses of the Obolonskyi district of Kyiv were used for the research. It was found that in the optical range for objects under direct sunlight, plant identification is possible, while shaded areas are identified with significant errors. When using the index for IR shooting $IR_{tree} = C1 - C2 + 100$ it was possible to identify individual ranges that belong to the crown of trees and grass in direct sunlight and to some extent in the shade, which could not be achieved with the index for optical range $GB_{tree} = G - B + 100$. Monochrome infrared and optical images were not suitable for plant identification, because when objects were in the shadow of buildings, the ranges of intensity of the color components of plants were superimposed on the ranges of foreign objects. For infrared and optical satellite images, spectral indices have been proposed that take into account several color components to assess the condition of plantations. For tree crowns under direct sunlight, approximately the same results were obtained for the proposed indices. However, the indices proposed for infrared photography are more selective, as they were able to identify separately the crowns of trees and plants on lawns, both in direct sunlight and in the shade of buildings.*

Keywords: *indices, satellite monitoring, IoT, biogas*

**ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОМИСЛОВОГО
ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ****З. С. СІРКО**, кандидат технічних наук**О. С. ПРОТАСОВ**, завідувач відділом**В. А. КОРЕНДА**, заступник завідувача відділом**І. Ю. ВИШНЯКОВ**, науковий співробітник**С. М. ОХРИМЕНКО**, провідний фахівець**Д. П. ТОРЧИЛІВСЬКИЙ**, молодший науковий співробітник**Т. Л. ЄРЕМЕНКО**, молодший науковий співробітник*Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»*

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/dopovidi2021.05.015>

***Анотація.** На сьогодні у багатьох країнах прийняті та реалізуються програми, як національного так і міжнародного спрямування із розроблення водневої енергетики, у тому числі на основі відновлювальних джерел енергії. Деякі країни повністю переходять на водневу енергетику: двигуни на основі водню встановлюють на автомобілі, катера, джерелами тепла на основі водню опалюють будинки. Перехід на водневу енергетику з використанням відновлювальних джерел енергії дає можливість суттєво зменшити залежність від постачальників нафти і газу, а також вирішити екологічні проблеми. Є декілька технологій виробництва водню. Одна із них – метод електролізу із води, яка є досить енергозатратною, а також потребує неефективного використання питної води. Інша – риформінг із метану (природного газу), у результаті якої отримують, в основному, «сірий» водень, що не відповідає екологічності. У статті автори пропонують перспективну технологію промислового виробництва «зеленого» водню із промислових та побутових відходів і біомаси.*

***Ключові слова:** водень, технологія виробництва, обладнання, властивості, споживання*

Актуальність. Ідея використання водню в енергетиці не нова. Ще у 80-і роки ХХ ст. були розроблені двигуни на водневому паливі. На сьогодні у всіх розвинутих країнах (США, ЄС, Японії, Китаї) прийняті та реалізуються національні й міжнародні програми із

розроблення елементів водневої енергетики, у тому числі на основі відновлювальних джерел енергії [1].

Бажання Європи і США розвивати альтернативну енергетику зрозуміле: у Європі своїх нафтогазових ресурсів немає, у США їх небагато. Перехід на водневу

Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., Торчилевський Д. П., Єременко Т. Л.

енергетику з використанням відновлювальних джерел енергії дасть змогу їм перестати залежати від постачальників нафти й газу – Росії та країн ОПЕК (Організації країн-експортерів нафти), а також вирішити екологічні проблеми.

До розв'язання проблем, що накопилися в енергетиці, є дуже багато підходів. Насамперед – розвиток відновлювальних джерел, таких як вітро-, геліо-і гідроенергетика, а також атомної енергетики. Водночас ці джерела мають бути прив'язані до конкретних місцевостей та цілком специфічно розосереджені на цих територіях, тому вони не дають можливості вирішити задачі забезпечення енергією великих промислових підприємств та транспорту.

Воднева енергетика також відповідає світовим тенденціям автономного та локального енергоспоживання. У європейських енергетичних програмах фігурує поняття «домашня електростанція». Такі міні-електростанції потужністю не більше 5 кВт екологічні вже тому, що дають змогу виробляти стільки електроенергії, скільки необхідно споживачу, і витратити її без втрат, неминучих у великій енергетиці з її тисячокілометровими лініями електропередач.

Цілком ймовірно, саме воднева енергетика закриває актуальні питання: як зробити всі можливі джерела енергії більш поєднаними

між собою, як зробити їх сукупний вплив на довкілля мінімальним. Тому що це джерело енергії є більш універсальним, більш гнучким у використанні та екологічно більш чистим.

Існує декілька технологій виробництва водню. Одна із них – метод електролізу із води, яка є досить енергозатратною, а також потребує неефективного використання питної води. Інша – риформінг з метану (природного газу), в результаті якої отримують, в основному, «сірий» водень, що не відповідає екологічності. У статті автори пропонують перспективну технологію промислового виробництва «зеленого» водню із промислових та побутових відходів і біомаси.

Мета досліджень – розробити технологію промислового виробництва «зеленого» водню із промислових та побутових відходів і біомаси.

Матеріали та методи дослідження. Для досліджень використовували відходи лісозаготівель та деревооброблювальних виробництв, які подрібнювали або за допомогою рубальних машин, або розробленим авторами пристроєм для подрібнення деревини [2]. Перед подрібненням металошукачем виявляли металеві включення в деревині, які вирізали дисковою пилюкою. Також з цією метою розроблений спосіб видалення

Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., Горчилевський Д. П., Єременко Т. Л.

феромагнітних включень з деревини, у якому за допомогою металошукача визначають місце знаходження феромагнітного (металевого) включення в деревині, нагрівають його в цьому місці, наприклад в індукційній печі, до високої температури, потім розміщують в магнітне поле соленоїда, під дією якого розпечене металеве включення, пропалюючи отвір, виходить з деревини [3]. Синтезгаз отримували розробленим способом [4], за якого подрібнена сировина потрапляє в піролізний реактор в шнековий гомоні затор, де відбувається процес підготовки сировини до піролізу (рівномірного підігріву до 200°C і додаткового підсушування з виділенням парів води). У шнековому піролі заторі підігріта до 200°C сировина за температури 850°C піролізується з виділенням синтезгазу і отриманням пірокарбону. Синтезгаз, який виділяється у процесі середньотемпературного піролізу, просувається в піролізному реакторі шнековим піролі затором і шнековим гомонізатором проти потоку сировини, що забезпечує використання парів води у процесі генерації синтезгазу, «загартування»

синтезгазу та очищення його від попелу. Авторами розроблений також газогенератор [5] для отримання генераторного газу високої калорійності. Паливо (деревина та її відходи) згорає та обвуглюється у вигляді деревинного вугілля. У зоні газоутворення відбувається розкладання води до атомарного складу та утворення інших вуглеводневих сполук та конверсія CO_2 в CO . Паливні гази, що утворилися в нижній частині камери горіння газогенератора (CO , CH_4 , C_2H_6 , H та ін.), згорають у зоні остаточного спалювання. Для досліджень використовували також і інше існуюче обладнання, зокрема: буферні ємності, балони, запорну арматуру, компресор, установку розділення синтезгазу на водень та ін.

Результати досліджень. На основі аналізу існуючих технологій промислового виробництва водню та проведених власних досліджень авторами запропонована технологія промислового виробництва «зеленого» водню із промислових та побутових відходів і біомаси. Принципова схема технологічного процесу виготовлення водню показана на рис. 1.

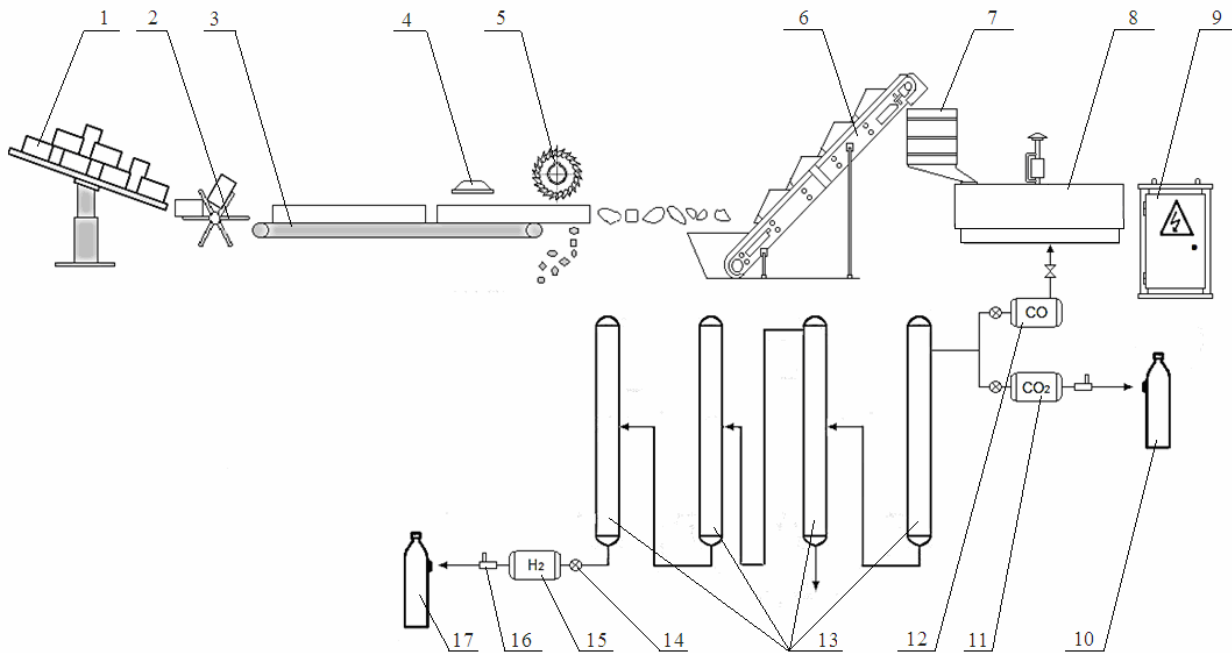


Рис. 1. Принципова схема технологічного процесу виготовлення водню:

1 – майданчик для відходів; 2 – пристрій поштучної видачі; 3 – стрічковий транспортер; 4 – металошукач; 5 – вирізка металевих включень та подрібнення; 6 – нахилений транспортер; 7 – оперативний бункер; 8 – піролізний газогенератор; 9 – пульт керування; 10 – балон для вуглекислого газу; 11 – буферна ємність з вуглекислим газом; 12 – буферна ємність з чадним газом; 13 – установка отримання водню; 14 – запорна арматура; 15 – буферна ємність водню; 16 – компресор; 17 – ємність для зберігання стислого водню.

Відходи лісозаготівель та деревооброблювальних виробництв із майданчика 1 пристроєм для поштучної видачі 2 подаються на стрічковий транспортер 3. Металошукач 4, який знаходиться над транспортером 3 у випадку виявлення металевих включень, зупиняє транспортер і пилкою 5 вирізається металеве включення, а потім всі відходи направляються на подрібнення. Потім нахиленим транспортером 6 подрібнені відходи (тріска) подаються в оперативний

бункер 7 і від нього в шнековий піролізний газогенератор 8. Сировина поступово просувається в шнековому гомонізаторі, розігрітому до 850°C. Температура в шнековому гомонізаторі контролюється датчиком температури. Підігріта маса пересипається зі шнекового гомонізатора в шнековий піролізний затор, де за температури 850°C піролізується з виділенням синтезгазу та отриманням пірокарбону. Синтез-газ розкладають на чадний газ CO і вуглекислий газ CO₂, який

Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., Торчилевський Д. П., Єременко Т. Л.

акумуляють у балоні 10. Із чадного газу СО за допомогою мембранних технологій 13 виділяють водень, який поступає в буферну ємність 15, а звідти компресором 16 в ємність для зберігання водню 17.

Наведена технологія дає можливість отримати «зелений» водень – водень, що генерований із промислових відходів деревообробки.

Список використаних джерел

1. Радченко Р.В., Мокрушин А.С., Тюльпа В.В. Водород в энергетике: учеб. пос. Екатеринбург, 2014. 234 с.
2. Сірко З.С., Кохан В.О., винахідники. Пристрій для подрібнення деревини. Український патент, № 132817, 2019.
3. Сірко З.С., Головач В.М., Грабар І.Г., Запталов Б.Й., Пінчевська О.О., Баранова О.С., винахідники. Спосіб видалення феромагнітних включень з деревини. Український патент, № 140937, 2020.
4. Кохан В.О., Бондарчук О.В., Вишняков І.Ю., винахідники. Спосіб одержання синтезгазу. Український патент, № 137248, 2019.
5. Сірко З.С., Кохан В.О., Запталов Б.Й., Протасов О.С., Вишняков І.Ю., винахідники. Газогенератор. Український патент, № 136258, 2019.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз технологій промислового виробництва водню, показав його перспективність, ефективність та екологічність.

2. Розроблена технологія промислового виробництва «зеленого» водню із промислових та побутових відходів і біомаси.

References

1. Radchenko R.V., Mokrushin A.S., Tyulpa V.V. (2014). Vodorod v energetike: vcheb. pos. Ekatiirenburg, 234.
2. (2019). Sirko Z.S., Kokhan V.O., vynakhidnyky. Prystriy dlya podribnennya derevyny. Ukrainskyi patent, № 132817.
3. (2020). Sirko Z.S., Golovach V.M., Grabar I.G., Zaptalov B.Y., Pinchevska O.O., Baranova O.S., vynakhidnyky. Sposib vydalennya feromagnetnykh vkluchen z derevyny. Ukrainskyi patent, № 140937.
4. (2019). Kokhan V.O., Bondarchuk O.V., Vyshnyakov I.Yu., vynakhidnyky. Sposib oderzhannya syntezgazu. Ukrainskyi patent, № 137248.
5. (2019). Sirko Z.S., Kokhan V.O., Zaptalov B.Y., Protasov O.S., Vyshnyakov I.Yu., vynakhidnyky. Gazogenerator. Ukrainskyi patent, № 136258.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

З. С. Сирко, А. С. Протасов, В. А. Коренда, И. Ю. Вишняков, С. М. Охрименко, Д. П. Торчилевський, Т. Л. Єременко

Аннотация. На сегодняшний день во многих странах приняты и реализуются программы как национального так и международного направления по разработке водородной энергетики, в том числе на основе возобновляемых источников энергии. Некоторые страны полностью переходят на водородную энергетику: двигатели на основе водорода устанавливаются на автомобили, катера, источниками тепла на основе водорода отапливаются дома. Переход на водородную энергетику с использованием возобновляемых источников энергии

Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., Торчильський Д. П., Еременко Т. Л.

позволит существенно уменьшить зависимость от поставщиков нефти и газа, а также решить экологические проблемы. Существует несколько технологий производства водорода. Одна из них – метод электролиза из воды, которая является достаточно энергозатратной, а также требует неэффективного использования питьевой воды. Другая - риформинг из метана (природного газа), в результате которой получают, в основном, «серый» водород, который не соответствует экологичности. В статье авторы предлагают перспективную технологию промышленного производства «зеленого» водорода из промышленных и бытовых отходов и биомассы.

Ключевые слова: водород, технология производства, оборудование, свойства, потребление.

COMPLIANCE OF FIRE-PROTECTIVE CELLULOSE-CONTAINING MATERIALS WITH ENVIRONMENTAL SAFETY

Z. Sirko, O. Protasov, V. Korenda, I. Vishnyakov, S. Okhrimenko,
D. Torchilevskyi, T. Eremenko

Abstract. *Search for new highly efficient agents for wood fire retardant treatment in the construction has been conducted more and more intensively. But fire retardant treatment nowadays should not only ensure specified fire resistance of wood but preserve its performance as well as ensure its environmental safety and durability. Therefore a significant problem of ensuring vital activities and safe functioning of building facilities lies in the development of intumescent coatings for building structures taking into consideration economical, processing and environmental aspects; these coatings shall be used not only on a par with existing similar ones but be highly efficient in special spheres of construction which makes it possible to prevent occurrence of man-caused accidents. The paper shows results of the studies purposed at raising efficiency of the facilities protection by conversion of the cellulose containing materials used at them to the group of hardly combustible materials; it was revealed that application of appropriate composition converted the wood into hardly combustible material that did not spread flame across its surface and had moderate smoke production ability. Taking into account these fire hazard indices the wood having been subjected to fire retardant treatment as construction material could be allowed for application for the internal lining of rooms including those at the escape routes. Hydrogen energy also meets global trends in autonomous and local energy consumption. The concept of "home power plant" appears in European energy programs. Such mini-power plants with a capacity of not more than 5 kW are environmentally friendly because they allow you to produce as much electricity as the consumer needs, and consume it without the losses inevitable in large energy with its thousands of kilometers of power lines. It is likely that hydrogen energy closes the topical issues: how to make all possible energy sources more interconnected, how to minimize their overall impact on the environment. Because this energy source is more universal, more flexible to use and more environmentally friendly.*

Сірко З.С., Протасов О. С., Коренда В. А., Вишняков І. Ю., Охріменко С. М., , Торчилевський Д. П.,
Єременко Т. Л.

Keywords: *wood; fire retardant coating of wood; volatile combustion products; burning of wood; smoke formation*